



**Post-Memorias: Workshop
INCOIN-Edición PUCE
Inteligencia artificial aplicada
a la educación superior**

edi PUCE

**Post-Memorias: Workshop
INCOIN-Edición PUCE**
Inteligencia artificial aplicada a la educación superior

Editor científico: Jorge E. Sagula
Compilador/a: Jorge E. Sagula, Ittalia Vattuone

edi|PUCE



Post-Memorias: Workshop INCOIN-Edición PUCE
Inteligencia artificial aplicada a la educación superior

Primera edición

© 2025 de cada autor

© 2025 Pontificia Universidad Católica del Ecuador

ediPUCE

laeditorial.puce.edu.ec

Quito, Av. 12 de Octubre y Roca

Apartado n.º 17-01-2184

Tel.: (593) (02) 2991 700 ext. 1711

Correo: publicaciones@puce.edu.ec

Producción editorial: Jossué Baquero

Gestión técnica: Macarena Orozco

Asistencia editorial: Danna Quintana

Diseño de portada: Vanessa Proaño O.

Diagramación: ediPUCE

Corrección de textos: ediPUCE

ISBN digital: 978-9978-77-772-5

Quito, noviembre de 2025



Esta obra está bajo una licencia de Creative Commons
Reconocimiento-No Comercial-CompartirIgual 4.0 Internacional

Post-Memorias: Workshop
INCOIN-Edición PUCE
Inteligencia artificial aplicada a la educación superior

Post-Memorias: Workshop INCOIN-Edición PUCE
Inteligencia artificial aplicada a la educación superior

Prefacio

Durante los días 22 y 23 de agosto de 2024, la Pontificia Universidad Católica del Ecuador (PUCE) tuvo el honor de albergar al *Workshop* INCOIN, un evento que marcó un hito en la reflexión y exploración del papel transformador de la inteligencia artificial (IA) en la educación superior. Esta iniciativa reunió a destacados académicos, investigadores y profesionales de ocho países y diversas disciplinas para debatir, compartir experiencias y trazar nuevas rutas hacia una educación más innovadora, personalizada y efectiva.

El *Workshop* INCOIN-Edición PUCE 2024 se consolidó como un espacio único, donde la colaboración interdisciplinaria y la inteligencia colectiva se conjugaron para abordar los desafíos y oportunidades que conlleva la integración de la IA en los entornos educativos. Las dos jornadas, divididas en bloques temáticos, estuvieron marcadas por la riqueza de las presentaciones y el profundo intercambio de los expositores en paneles interactivos.

En estos espacios se discutieron temas como la personalización del aprendizaje, la optimización del rendimiento académico y el rol crucial de los docentes en este ecosistema transformador, además de temáticas de investigación orientadas a la mejora continua.

Entre los aspectos más destacados del *Workshop* se encuentra el reconocimiento de la IA como una herramienta tecnológica, ética y pedagógica. Los debates subrayaron que su integración debe realizarse como un aliado estratégico para fortalecer los procesos de enseñanza y aprendizaje, siempre con un enfoque centrado en el estudiante y orientado a la promoción de una educación inclusiva y equitativa.

Asimismo, el *Workshop* INCOIN PUCE 2024 sirvió como plataforma para visibilizar los avances en investigación e implementación de la IA en la PUCE, y como punto de encuentro entre docentes e investigadores de distintas universidades y contextos. Este espacio demostró que el desarrollo docente, apoyado por tecnologías emergentes, es una pieza clave para afrontar los retos educativos del siglo XXI, permitiendo a los docentes concentrarse en lo más importante: el aprendizaje significativo y centrado en las necesidades de sus estudiantes.

La PUCE agradece profundamente a todos los participantes, disertantes y organizadores que hicieron posible este acontecimiento, cuya influencia trasciende los días del *workshop* y se proyecta como una referencia en la construcción de un futuro educativo más dinámico y acorde con los desafíos contemporáneos. Un agradecimiento especial al Dr. Jorge Sagula de la Universidad Nacional de Luján (Argentina), director científico del *Workshop* INCOIN-Edición PUCE 2024, por crear, proponer, organizar y liderar este emprendimiento motivador para la PUCE.

Esperamos que este espacio haya inspirado nuevas iniciativas y proyectos que sigan transformando positivamente la educación superior.

Noviembre de 2024

Rafael Melgarejo Heredia, codirector científico

Ittalia Vattuone Granda, coordinadora de Articulación y Gestión

***Workshop* INCOIN-Edición PUCE** **Inteligencia artificial aplicada a la educación superior**

Prólogo

La disruptiva pandemia de COVID-19, al posicionar la virtualidad como medio para reducir el aislamiento, posibilitó el nacimiento no solo de nuevos paradigmas sustentados en la “modernidad líquida”, mediante sesiones continuas de intercambio de conocimiento para mantener vivos los vínculos académicos profesores y estudiantes, sino también de los vínculos entre docentes-investigadores e investigadores entre sí, los cuales se consolidaron como esenciales. Esto potenció los sentidos del habla, la audición, la visión y el tacto, no solo en la escritura, sino también en la gesticulación, reforzando los movimientos faciales. En este contexto, trabajar con aprendizaje por refuerzo permitió propender hacia una mejora continua en la educación en general, dejando claro que se trata de los mismos sentidos que se utilizan en clases presenciales durante los procesos de construcción del conocimiento. Así, el encuentro entre profesores-investigadores, desde distintas líneas, enfoques y puntos de vista, permitió mantener encendida la llama del aprendizaje en el campo educativo.

En esta coyuntura, durante el primer cuatrimestre de 2020, nace el equipo COIN (Convergencia Interdisciplinaria), creado por mí, en la Universidad Nacional de Luján (UNLu). Este equipo, conformado por profesores-investigadores con una visión no solo interdisciplinaria, sino provenientes de diversas universidades argentinas y extranjeras, tiene como objetivo cubrir espacios de posgrado, extensión, investigación aplicada y consultoría. COIN fue aprobado y acreditado por tres instancias dentro

de la institución y, actualmente, sigue vigente, con renovación confirmada hasta mediados de 2026. Desde su creación, soy su director.

A comienzos del tercer cuatrimestre del mismo año, surge el *Workshop* INCOIN. El nombre de este *workshop* es la síntesis de inteligencia colectiva y convergencia interdisciplinaria.

La idea nace como la evolución natural del equipo COIN. En conversaciones con las autoridades universitarias, propuse no solo su creación, sino la concreción del primer *Workshop* INCOIN, llevado a cabo en febrero de 2021. Para ello, convoqué a profesores-investigadores de distintas universidades de Argentina y con otros países, con el objetivo de cubrir un amplio espectro de disciplinas, entre las que destacan la IA, la matemática, la estadística, la probabilidad, la (IO) y la teoría de la decisión. El propósito fue trabajar en investigación aplicada, posgrado, extensión y transferencia, todo ello desde un enfoque interdisciplinario centrado en las Tecnología de la Información y del Conocimiento, con un fuerte énfasis en la modelización y en la IA, en plena pandemia de COVID-19. Este evento evidenció el compromiso institucional con la problemática vigente. En ese primer *Workshop* INCOIN, desarrollado en modalidad virtual sincrónica, participaron profesores-investigadores de ocho países: Argentina, Brasil, Chile, España, Estados Unidos, Perú, Paraguay y Suecia.

Desde su creación hasta el 30 de diciembre de 2024 se han desarrollado veintitrés ediciones del *Workshop* INCOIN, realizadas en: Argentina, Chile, Perú, Ecuador, Colombia, Brasil y México, sumándose próximamente Uruguay (11 de diciembre de 2024) y el nuevamente México (12 de diciembre de 2024).

En los últimos dos años, el énfasis se ha centrado en la simbiosis entre la matemática, la estadística, la probabilidad, la IO, la industria

4.0, el *Big Data Science* y la IA, con una perspectiva amplia que trasciende la educación superior, enfocándose también en su transferencia a distintos ámbitos. Se busca fomentar la colaboración y el diálogo entre disciplinas diversas, con el objetivo de impulsar el desarrollo educativo mediante la sinergia entre inteligencia colectiva y convergencia interdisciplinaria.

A fines de noviembre de 2024, en la Universidad del Bío-Bío, se concretó la primera edición del *Workshop INCOIN LEARNING*, que constituye una visión más profunda no solo en términos interdisciplinarios, sino en la búsqueda constante de la transdisciplinariedad.

Esta disciplina se desarrolla desde la colaboración y la cooperación, a través de paneles interactivos que actúan como motores de síntesis, debate de ideas y reflexión para la generación de conocimiento emergente, en momentos únicos e irrepetibles que dan lugar a la creación de hiperredes cognitivas.

Agradezco a las autoridades de la PUCE por el compromiso demostrado no solo al acoger el *Workshop INCOIN* como parte de un proceso de mejora continua y generación de nodos referenciales, sino también, y fundamentalmente, a las personas que integraron el comité ejecutivo. Con ellas constituimos espacios temporales dinámicos de trabajo, en especial a Rafael Melgarejo Heredia e Ittalia Vattuone.

Por todo lo expuesto, propicié la creación, elaboración y publicación del compendio *Post-Memorias: Workshop INCOIN-Edición PUCE*, de las cuales tengo el honor de ser editor científico.

8 de diciembre de 2024

Jorge E. Sagula, director científico
Chivilcoy, Argentina

Workshop INCOIN-Edición PUCE

Quito, Ecuador

22 y 23 de agosto de 2024

Director científico

Jorge E. Sagula

Universidad Nacional de Luján, Argentina

Codirector científico

Rafael Melgarejo Heredia

Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Ecuador

Programa

08:00-08:30

Apertura

Andrés Mideros Mora

Vicerrector de docentes y estudiantes

Pontificia Universidad Católica del Ecuador

Jorge E. Sagula

Director científico del *Workshop* INCOIN-Edición PUCE

Jueves 22 de agosto de 2024

Capítulo I

08:30-09:00

Conferencia-CI.1

La resolución de problemas en organizaciones inteligentes

Grover E. Villanueva Sánchez

Gerente general, GENESIS TECHNOLOGY PRO S.A.C.

Escuela de posgrado, Universidad Nacional de Trujillo, Perú

Equipo COIN, departamento Ciencias Básicas, Universidad Nacional de Luján, Argentina

09:00-09:30

Conferencia-CI.2

Estrategias para fomentar la alfabetización digital en IA

Melba Cristina Marmolejo

Coordinadora carrera Diseño Gráfico

Dominio 1 (Hábitat, Infraestructura y Movilidad)

Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Ecuador

09:30-10:00

Conferencia-CI.3

Aurel_IA: LLM para brindar información sobre la oferta educativa en la PUCE

Diego A. Ordóñez

Docente Icam, carrera Ingeniería Integral

Dominio 1 (Hábitat, Infraestructura y Movilidad)

Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Ecuador

10:00-10:30

Conferencia-CI.4

Retroalimentación académica en la era de la IA: Bots de calificación automática

Kevin Rojas

Docente Escuela Ciencias Físicas y Matemática

Dominio 4 (Manejo Sostenible de Recursos Naturales)
Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Ecuador

10:30-11:00

Conferencia-CI.5

TIC, TAC y TEP integradas con herramientas de IA para afiches críticos, reflexivos y participativos

Verónica Yépez-Reyes

Docente principal

Dominio 3 (Identidades, Educación, Culturas, Comunicación y Valores)

Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Ecuador

11:00-12:00

Panel integrado interactivo Capítulo I.1

Jorge E. Sagula

Rafael Melgarejo-Heredia

Grover E. Villanueva Sánchez

Melba Cristina Marmolejo

Diego A. Ordóñez

Kevin Rojas

Verónica Yépez-Reyes

Receso

14:00-14:30

Conferencia-CI.6

IA aplicada al análisis y predicción de la deserción estudiantil

Rolando Mantilla

Docente Carrera Ciencia de Datos

Dominio 4 (Manejo Sostenible de Recursos Naturales)

Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Ecuador

14:30-15:00

Conferencia-CI.7

Integración de ChatGPT en la metodología de aula invertida

Andrés Esteban Merino

Coordinador Escuela de Ciencias Físicas y Matemáticas

Docente agregado I Dominio 4 (Manejo Sostenible de Recursos Naturales)

Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Ecuador

15:00-15:30

Conferencia-CI.8

¿Cómo evaluar el conocimiento de ChatGPT sobre álgebra lineal?

Mario Edmundo Cueva

Docente Escuela de Ciencias Físicas y Matemáticas

Dominio 4 (Manejo Sostenible de Recursos Naturales)

Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Ecuador

15:30-16:00

Conferencia-CI.9

Inteligencia artificial: Enfoque desde la optimización del aprendizaje de la matemática

https://drive.google.com/file/d/1nfPNfrrt1VP-54K6RAQIjs_2z6M-buT_Xq/view?usp=drivesdk

Rafael Lorenzo Martín

Dirección de Ciencia, Tecnología e Innovación
Vicerrectoría de Investigación y Posgrado, Universidad de Holguín, Cuba
Departamento Licenciatura en Matemática
Facultad de Informática, Matemática y Ciencias de la Información
Universidad de Holguín, Cuba

16:00-16:30

Conferencia-CI.10

Modelización, redes sociales y ChatGPT: ¿Cómo integrar la tecnología en la educación?

Marcel D. Pochulu

Profesor titular, Universidad Nacional de Villa María, Argentina

Profesor titular, Universidad Tecnológica Nacional

Facultad Regional Villa María, Argentina

Miembro equipo COIN, DCB, Universidad Nacional de Luján, Argentina

16:30-17:30

Panel integrado interactivo Capítulo I.2

Jorge E. Sagula

Rafael Melgarejo-Heredia

Rolando Mantilla

Andrés Esteban Merino

Mario Edmundo Cueva

Rafael Lorenzo Martín

Marcel D. Pochulu

Viernes 23 de agosto de 2024

Capítulo II

08:00-08:30

Conferencia-CII.1

Realidad aumentada: ¿Puede potenciar a la inteligencia artificial?

https://drive.google.com/file/d/1P0H7Wc-GcgwrV_tm6mRh7S_AxpifnrsV/view?usp=sharing

Iván Santelices Malfanti

Director Escuela de Ingeniería Civil Industrial, Universidad del Bío-Bío, Chile

Académico Departamento de Ingeniería Industrial, Universidad del Bío-Bío, Chile

Presidente Consejo Directivo Red Internacional Investigadores Ingeniería Industrial

08:30-09:00

Conferencia-CII.2

Inteligencia artificial en la transcripción de entrevistas

Jorge Cruz Silva

Docente Agregado 1

Dominio 3 (Identities, Educación, Culturas, Comunicación y Valores)

Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Ecuador

09:00-09:30

Conferencia-CII.3

Modelos basados en redes de conocimiento: Aplicación de conceptos y herramientas de IA

Gustavo D. Tripodi

Facultad de Ciencias Exactas, UNICEN, Argentina

Facultad de Ciencias Económicas, UNICEN, Argentina
Equipo COIN, DCB, Universidad Nacional de Luján, Argentina
Director de Empresar SyS-Tandil (Buenos Aires), Argentina

09:30-10:00

Conferencia-CII.4

Caracterización del uso de ChatGPT en el espacio educativo preprofesional: Estrategias de instrumentalización y cyborg-habilidades

Denis Chávez Ordóñez

Docente Dominio 1 (Hábitat, Infraestructura y Creatividad)

Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Ecuador

10:00-10:30

Conferencia-CII.5

Resonancia magnética, inteligencia artificial y optimización: Convergencia a grandes oportunidades y desafíos

Cristóbal Arrieta

Facultad de Ingeniería, Universidad Alberto Hurtado, Chile

Millennium Institute for Intelligent Healthcare Engineering, Santiago, Chile

10:30-11:30

Panel integrado interactivo Capítulo II.1

Jorge E. Sagula

Rafael Melgarejo-Heredia

Iván Santelices Malfanti

Jorge Cruz Silva

Gustavo D. Tripodi

Denis Chávez Ordóñez

Cristóbal Arrieta

Receso

13:30-14:00

Conferencia-CII.6

La estadística y la probabilidad, soportes vitales de la inteligencia artificial

Jorge E. Sagula

Profesor titular, División Matemática y División Estadística,

Departamento Ciencias Básicas (DCB), Universidad Nacional de Luján, Argentina

Asesor científico, Rectorado, Universidad Nacional de Luján, Argentina

Director Equipo COIN, DCB, Universidad Nacional de Luján, Argentina

14:00-14:30

Conferencia-CII.7

Educación en la era de los algoritmos: Datos, responsabilidad social y soberanía tecnológica

Martín F. Puricelli

Director de la Carrera de Informática, Universidad Nacional de Hurlingham

Profesor adjunto, Universidad Nacional de Hurlingham, Argentina

Profesor adjunto, Universidad Tecnológica Nacional, FRLP, Argentina

14:30-15:00

Conferencia-CII.8

Inteligencia artificial y pensamiento crítico

Alexandre Le Voci Sayad

Director ZEITGEST Educação

Consultor UNESCO, Sede París, Francia

15:00-15:30

Conferencia-CII.9

Preguntas inconclusas, respuestas ambiguas: ¿Existe una inteligencia artificial para eso?

Mauricio J. Soullier

Data Science Manager, Melbourne, Australia

Miembro Equipo COIN, DCB, Universidad Nacional de Luján, Argentina

15:30-16:00

Conferencia-CII.10

¿H-M o M-H?: ¿Desde la percepción a la ingeniería de conocimiento o desde prompt engineering hacia aplicaciones de la inteligencia artificial?

Jorge E. Sagula

Profesor titular, División Matemática y División Estadística

Departamento Ciencias Básicas (DCB), Universidad Nacional de Luján, Argentina

Asesor Científico, Rectorado, Universidad Nacional de Luján, Argentina

Director Equipo COIN, DCB, Universidad Nacional de Luján, Argentina

16:00-17:00

Panel integrado interactivo Capítulo II.2

Jorge E. Sagula

Rafael Melgarejo-Heredia

Martín F. Puricelli

Alexandre Le Voci Sayad

Mauricio J. Soullier

17:00

Clausura del *Workshop* INCOIN-Edición PUCE, Ecuador

Índice de paneles

Panel Integrado Interactivo – Bloque I – Capítulo I.1	25
Panel Integrado Interactivo – Bloque I – Capítulo I.2	75
Panel Integrado Interactivo – Bloque II – Capítulo II.1	132
Panel Integrado Interactivo – Bloque II – Capítulo II.2.....	181

Post-Memorias: Workshop INCOIN-Edición PUCE

Panel Interactivo Integrado – Bloque I – Capítulo I.1

Participantes

Jorge E. Sagula¹²³⁴, Grover E. Villanueva Sánchez⁵⁶⁷, Melba Cristina Marmolejo⁸, Diego A. Ordóñez⁹, Kevin Rojas¹⁰, Verónica Yépez-Reyes¹¹, Rafael Melgarejo Heredia¹², Ittalia E. Vattuone Granda¹³.

¹División Matemática y División Estadística, Departamento de Ciencias Básicas, UNLu, Argentina.

²Director del equipo COIN, Departamento de Ciencias Básicas, UNLu, Argentina.

³Asesor del rectorado, UNLu, Argentina.

⁴CEO y consultor investigador, INCOIN *LEARNING*.

⁵Gerente general, GENESIS TECHNOLOGY PRO S.A.C., Escuela de Posgrado, Universidad Nacional de Trujillo, Perú.

⁶Equipo COIN, Departamento de Ciencias Básicas, UNLu, Argentina.

⁷Consultor investigador, INCOIN *LEARNING*.

⁸Coordinadora de la carrera de Diseño Gráfico, Dominio 1 (Hábitat, Infraestructura y Movilidad), PUCE, Ecuador.

⁹Docente ICAM, carrera de Ingeniería Integral, Dominio 1 (Hábitat, Infraestructura y Movilidad), PUCE, Ecuador.

¹⁰Docente, Escuela de Ciencias Físicas y Matemática, Domi-

nio 4 (Manejo Sostenible de Recursos Naturales), PUCE, Ecuador.

¹¹Docente principal, carreras de Dominio 3 (Identidades, Educación, Culturas, Comunicación y Valores), PUCE, Ecuador.

¹²Decano, Facultad Internacional de Innovación, PUCE, Ecuador.

¹³Coordinadora, Innovación y Desarrollo Docente, PUCE, Ecuador.

Resumen

- Este texto corresponde al Panel Interactivo Integrado - Bloque I - Capítulo I.1 del compendio *Post-Memorias: Workshop INCOIN-Edición PUCE*, en el cual se desarrollaron cinco conferencias, cuyo orden, en términos del hilo conceptualizado, se expone a continuación:
- *La resolución de problemas en organizaciones inteligentes*, a cargo de Grover E. Villanueva Sánchez.
- *Estrategias para fomentar la alfabetización digital en IA*, a cargo de Melba Cristina Marmolejo.
- *Aurel_IA: LLM para brindar información sobre la oferta educativa en la PUCE*, a cargo de Diego Ordóñez.
- *Retroalimentación académica en la era de la IA: Bots de calificación automática*, a cargo de Kevin Rojas.
- *TIC, TAC y TEP integradas con herramientas de IA para afiches críticos, reflexivos y participativos*, a cargo de Verónica Yopez.

¿Por qué Post-Memorias?

Las memorias, increíblemente, suelen elaborarse antes de las disertaciones, lo que conlleva a perder lo más creativo y poderoso de los conceptos expresados al finalizar un panel. A esto lo denomino, en mi carácter de director científico de cada edición del *Workshop* INCOIN, el conocimiento emergente. Por lo tanto, esta es una muestra de esa riqueza cognitiva, nutrida no solo de las bases de las conferencias de cada disertante y de mi propia visión como participante activo —en mi rol de creador y director científico del *Workshop* INCOIN—, sino también de los aportes y perspectivas de la coordinadora de innovación, quien además ofició como coordinadora del comité ejecutivo, Ittalia E. Vattuone Granda, quien ha tenido un rol esencial en las interacciones, los intercambios, las reflexiones, y la integración cognitiva. En definitiva, este es el espacio apropiado para verter las nuevas ideas que se irán develando con el paso del tiempo.

Particularmente en este bloque, el hilo conductual ha enhebrado la presentación de estrategias para la resolución de problemas en organizaciones inteligentes, dentro del marco del enfoque sistémico. A partir de ahí, se trazan los primeros pasos hacia la alfabetización digital en IA, la potencia de los modelos de lenguaje específicos en el desarrollo de la inteligencia artificial generativa (IAG), y la creación de una herramienta para organizar la oferta educativa institucional.

El recorrido continúa con aplicaciones educativas propiamente dichas en el campo de la IA. En una primera instancia, desde la pers-

pectiva docente, se desarrollan herramientas de calificación automática; en una segunda instancia, se integran modelos TIC, TAC y TEP con IA. Todo aquello compone cinco miradas fundamentales que dan inicio a este *workshop*.

Palabras clave: resolución de problemas, organizaciones inteligentes, alfabetización digital, inteligencia artificial, LLM, aplicaciones, *bots*, herramientas de IA, educación.

Mirada interdisciplinar y transdisciplinar del director científico

El Bloque I, en su Capítulo 1, tuvo por finalidad el hilado de la presentación de la actualidad de la IA, planteando manifestaciones tanto en las organizaciones inteligentes como en la naturalidad de sus espacios formativos adecuados, en cuanto a la necesidad del aprendizaje y cómo se plantean distintas estrategias de resolución en diversos ámbitos.

La primera disertación, a cargo de Grover E. Villanueva Sánchez, titulada *La resolución de problemas en organizaciones inteligentes*, presentó un enfoque sistémico, sobre la base de que las organizaciones presentan, por naturaleza, conceptos y criterios dinámicos, no solo en función de sus estructuras, sino fundamentalmente en lo relativo a las jerarquías y la formación de sus cuadros de personal; es decir, en lo inherente a la formación de recursos humanos y, consecuentemente, a la pertenencia a instituciones que se precian de evidenciar crecimiento, no solo en sus ganancias, sino en su capital humano, con la posibilidad de lograr la mejora continua.

Las ideas vertidas y fundamentadas por el disertante en el contexto de las organizaciones actuales respondieron a un sistema de naturaleza compleja, tal como se refleja en el seno de una organización, que frecuentemente debe “surfear” en mares de incertidumbre. Y, por cierto, para ello la inteligencia humana constituye “el mejor medicamento” para la cura organizacional: primero, mediante una terapia

organizacional, aplicando modelos de decisión inteligente, pero de naturaleza cooperativa, no corporativa; esto es, se requieren y necesitan procesos analíticos participativos, en procura de atender la resolución de problemas en el seno de la organización, —*prima facie*—, y a partir de allí ocuparse de su salida al medio, al mercado, tanto local como regional, nacional y, más allá, internacional.

Desde mi enfoque interpretativo sobre la exposición del disertante, destaco la interdisciplinariedad necesaria como enfoque crucial en una organización que se precie de tal. La administración, la ingeniería, la psicología de la organización con la participación aglutinante de las TIC, junto con el actual incremento de la IA, expandiéndose en I+D+i, (Información, Desarrollo e innovación) favorecen un abordaje multiobjetivo y multimetodológico, sin descuidar la responsabilidad social y la ética.

Por supuesto, la complejidad, la incertidumbre y, frecuentemente, la imprecisión generalizada —presentes desde siempre, pero aún más en estos tiempos donde reina la instantaneidad— hacen desarrollar cuadros con habilidades y destrezas en sus diferentes espacios en aras de ordenar su organización y poder estar a la altura de las circunstancias, proveyendo no simples soluciones, sino decisiones inteligentes.

En la segunda disertación, Melba Cristina Marmolejo, titulada *Estrategias para fomentar la alfabetización digital en IA*, se concentró en presentar, de forma breve, un escalonamiento conceptual de la IA a lo largo de la historia, destacando la participación de distintas frases de Alan Turing, provenientes de su publicación *Computing Machinery and Intelligence* (1950). No obstante, también subrayó la necesidad de incrementar el desarrollo de la inteligencia humana, base sustancial del conocimiento y del aprendizaje de la IA, sobre todo en las gene-

raciones más tempranas, especialmente si se desea evitar errores en la formación y educación de los más pequeños.

Ciertamente, todos los conceptos de alfabetización y alfabetización digital —matemática, estadística, probabilística, computacional, en IA, entre otros—, en los últimos años, se vieron potenciados por el “efecto pandemia de COVID-19”, pues la irrupción masiva de la “modernidad líquida” (Bauman, 2000) en distintos contextos educativos propició la necesidad de concretar procesos de alfabetización digital, particularmente en el área de las ciencias de la computación, la comunicación integral y la IA. Todo ello en aras de disponer de cierta homogeneización entre los distintos actores del proceso de enseñanza y aprendizaje, y no en la búsqueda de especialistas o expertos de las temáticas.

Desde mi perspectiva, es indispensable irradiar estos contenidos considerando que las instituciones educativas de nivel superior están sustentadas en cinco pilares: docencia de grado, docencia de posgrado, investigación, extensión y transferencia. Este último pilar, de características amplias, hace que un adecuado proceso de I+D+i, requiera de un modelo de triple hélice o triángulo virtuoso, donde, por ejemplo, la alfabetización digital es una hélice o un vértice, pero deben existir tanto beneficiarios como benefactores.

Obviamente, la definición específica de estrategias jamás puede anteponerse a los objetivos. Si bien los especialistas deben disponer de un número significativo de estrategias, es necesario que conozcan adecuadamente el contexto de aplicación y, evidentemente, su interpretación.

En la tercera disertación, proferida por Diego A. Ordóñez, en su conferencia *Aurel_IA: LLM para brindar información sobre la oferta educativa en la PUCE*, se presentó, de forma general, la oferta educativa de la PUCE y, como consecuencia, el trabajo desarrollado —junto a otros

tres colegas— de un modelo de lenguaje a gran escala (*Large Language Model*) denominado Aurel_IA, fundamentando la exposición en distintas técnicas y modelos aplicables a fenómenos educativos.

Particularmente, procedí a argumentar que estos modelos tuvieron antecedentes en los *Database Management Systems* (sistemas de gestión de base de datos), mediante, por ejemplo, los sistemas de apoyo a la decisión (*Decision Support Systems, DSS*), teniendo como precursor a Morton (1980). A la luz de esta temática, hacia fines del siglo XX, al incorporarse el concepto *data warehousing*, surge *data mining* (DM); estos conceptos representan los peldaños previos para resolver problemas de naturaleza similar a los que hoy puede abordar la IAG. Pero aquí, como elemento distintivo, se encuentra la potencia de los lenguajes actuales; estos producen respuestas más rápidas, pero ¿es posible garantizar que dichas respuestas son eficientes o muy eficientes? Además, ¿cuál es el consumo promedio de aplicar estos modelos, en términos de la necesidad de resolver problemas, que no siempre, son de alta complejidad?

Kevin Rojas, en la cuarta disertación, titulada *Retroalimentación académica en la era de la IA: Bots de calificación automática*, expuso cuestiones filosóficas y aspectos psicológicos inherentes a los procesos educativos, incluyendo modelos de planificación y evaluación, particularizando en contenidos y asignaturas de la PUCE. Basándose en distintos módulos cognitivos, procedió a postular: ¿Cómo permiten los modelos automáticos arribar a una calificación automática de los estudiantes? Claro está que no se puede prescindir de modelos específicos evaluativos sin incursionar en distintas teorías que evalúen las características de los estudiantes. Estas son imprescindibles para lograr mejoras significativas en las herramientas propias de IA, pues el quid

de la cuestión reside en la evaluación de dichas características para obtener una evaluación consistente. Es importante considerar que, al menos, los modelos semisupervisados tienen una mejor aproximación a la descripción de cada realidad.

El expositor surfeó el sinuoso camino de plantear la importancia de la IA para un mundo mejor, situación que me llevó a evocar a la distópica y anticipatoria novela *Un mundo feliz* (Aldous Huxley, 1932), donde las personas estaban categorizadas conforme a su nivel cognitivo, y a las clases de menor categoría se les mostraba —mediante el soma— un mundo feliz...

La quinta disertación, a cargo de Verónica Yépez-Reyes, en su conferencia *TIC, TAC y TEP integradas con herramientas de IA para afiches críticos, reflexivos y participativos*, presentó tres conceptos que, en sí mismos, engloban muchas disciplinas y contenidos, pero que reunidos, no solo se potencian, sino que permiten abordar problemas con una mirada más integral, sobre todo a partir del pensamiento crítico en el marco de distintos procesos educativos.

La pregunta es: ¿por qué es posible lo vertido precedentemente?

- TIC es la sigla correspondiente a Tecnologías de la Información y la Comunicación.
- TAC corresponde a Tecnologías del Aprendizaje y del Conocimiento.
- TEP corresponde a Tecnologías del Empoderamiento y la Participación.

En el ámbito educativo, las TIC juegan un rol esencial, pues, por naturaleza, sustentan el intercambio de información y conocimiento entre los distintos actores del sistema educativo. Por supuesto, las TIC fueron vitales durante la pandemia, ya que permitieron que el proceso

de enseñanza y aprendizaje se mantuviera; muchos docentes se vieron, de alguna forma, sumergidos en estas tecnologías, sin haberlas empleado previamente más allá de fines sociales o recreativos.

Las TAC, por su definición, aluden al uso didáctico de las tecnologías adaptadas, en general, a los requerimientos y necesidades de los estudiantes. De alguna manera, mantienen una estrecha relación con los modelos adaptativos de los sistemas basados en el conocimiento (SBC), que comenzaron a formar parte de la IA cuando se modificó el paradigma original —ante dificultades técnicas y operativas— desde los años sesenta del siglo XX. Por ello, las TAC son consecuencia directa de las TIC, específicamente en procesos educativos.

El paradigma de las TEP se sustenta en cómo implementar la tecnología y la educación en el sistema educativo. En consecuencia, desempeña un rol esencial en los sistemas educativos evolutivos, especialmente ante la incidencia del reconocimiento de los sistemas colaborativos y participativos.

Es así que, al integrar las tres tecnologías, es posible concluir que las TAC constituyen la práctica de las TIC en la educación y las TEP representan el proceso de integración tecnológica en el sistema educativo.

Consecuentemente, integrar a las TIC, las TAC y las TEP mediante IA puede verse como un paso natural, considerando no solo a la IA, sino también a la humanidad involucrada en los distintos procesos del sistema educativo, sustentados en la enseñanza, el aprendizaje, la creatividad y la potenciación de la inteligencia humana en sus distintas manifestaciones. Todo ello redundará, con un adecuado equilibrio en el uso de la IA, en mejoras para los estudiantes en cuanto a su preparación, al desarrollo de competencias digitales en el mundo actual,

su motivación y participación, en aras de atender de mejor forma sus necesidades y, consecuentemente, disminuir la brecha digital.

Este capítulo ha mostrado diferentes enfoques y contextos de aplicación de la IA, fundamentando la cobertura de cuestiones inherentes a la educación.

***Conceptos, aplicaciones, retos y propuestas para el futuro
en la integración entre inteligencia artificial y educación:
aportes del codirector científico***

La integración de la IA en la educación está redefiniendo las dinámicas del aprendizaje, la enseñanza y la gestión institucional. Más allá de ser una herramienta tecnológica, la IA plantea una transformación en los enfoques pedagógicos y administrativos, al tiempo que introduce desafíos éticos, sociales y técnicos. Este ensayo aborda los conceptos fundamentales, las aplicaciones prácticas, los retos y desafíos, y plantea propuestas para un futuro más ético y efectivo en el uso de la IA en el ámbito educativo.

Uno de los pilares de esta transformación es la alfabetización digital, definida, según los participantes, como la capacidad de utilizar herramientas digitales de manera crítica, reflexiva, con orientación social, ética y efectiva. Así, las TIC, TAC y TEP proporcionan un marco para abordar la integración de la tecnología en la educación. El otro pilar es la IAG, representada por modelos como los *Large Language Models* (LLM), que se han convertido en herramientas clave, como ChatGPT, las cuales permiten la personalización y la automatización

en procesos educativos y administrativos, abriendo nuevas posibilidades para el aprendizaje adaptativo y, deseablemente, para el acceso equitativo a la información.

Entre las aplicaciones presentadas se encuentra Aurel_IA, un *chatbot* desarrollado para optimizar la interacción entre estudiantes y la oferta educativa de una universidad. Este modelo permite responder preguntas complejas de manera eficiente, reduciendo tiempos de espera y los errores humanos. Por su parte, GrafoChats es un sistema de retroalimentación académica automatizada, basado en grafos, que evalúa respuestas estudiantiles según rúbricas predefinidas. Este enfoque asegura evaluaciones consistentes, inmediatas y personalizadas, facilitando aprendizajes más significativos. La última aplicación presentada es la integración de la IA en la creación de afiches educativos críticos y reflexivos. Con generadores gráficos basados en IA, los estudiantes pueden desarrollar piezas visuales que combinen pensamiento crítico, creatividad y habilidades técnicas. Estas actividades no solo fomentan competencias digitales, sino también reflexiones profundas sobre los límites y las posibilidades de la tecnología en contextos académicos.

La implementación de IA en la educación enfrenta múltiples desafíos. En la actualidad, uno de los más significativos es el dilema ético relacionado con la privacidad de datos y la propiedad intelectual. El sesgo algorítmico es otro problema crítico: los sistemas de IA pueden perpetuar prejuicios existentes en los datos de entrenamiento, por ello es necesario auditar estos sistemas. Además, el acceso desigual a la tecnología genera una brecha digital en detrimento de quienes disponen de pocos o ningún medio de conexión e interacción. Finalmente, el equilibrio entre automatización e interacción humana es un reto en sí mismo: si bien la IA puede optimizar procesos, la deshumanización

de la enseñanza puede comprometer la calidad educativa, particularmente en actividades que requieren empatía o juicios subjetivos.

Para maximizar el potencial de la IA en la educación y mitigar los desafíos descritos, se proponen diversas estrategias. La primera consiste en fomentar la alfabetización digital para apoyar el desarrollo de competencias técnicas, críticas y éticas, así como capacitar a docentes y estudiantes en el uso de tecnologías emergentes. La segunda es desarrollar infraestructuras accesibles; para ello es necesario establecer alianzas entre gobiernos, universidades y la industria tecnológica, y, si el costo es conveniente y el servicio adecuado, promover soluciones tecnológicas sostenibles provistas en la nube. La tercera estrategia consiste en establecer estándares éticos claros: deben acordarse regulaciones que protejan la privacidad de los datos y la propiedad intelectual; así como implementar mecanismos para auditar y mitigar sesgos en los algoritmos de IA.

Continuando con la mitigación de los riesgos, una cuarta estrategia consiste en fortalecer la investigación interdisciplinaria, involucrando a expertos en pedagogía, psicología, ingeniería y ética en el diseño y evaluación de tecnologías educativas, así como en la exploración de nuevos modelos de aprendizaje adaptativo y retroalimentación automatizada basados en IA. Finalmente, para equilibrar la automatización con la humanización, los currículos deben considerar la hibridación, es decir, complementar las intervenciones humanas —sea entre docentes y estudiantes o entre estudiantes en trabajos autónomos— con herramientas automatizadas, especialmente en áreas donde el juicio crítico y la empatía son esenciales.

La IA tiene el potencial de transformar radicalmente la educación, ofreciendo herramientas para personalizar el aprendizaje, auto-

matizar procesos y cerrar brechas de acceso. Sin embargo, estos avances vienen acompañados de desafíos significativos relacionados con la ética, la equidad y la infraestructura. Para garantizar un impacto positivo, es fundamental adoptar un enfoque equilibrado que combine la innovación tecnológica con un compromiso ético y social.

El futuro de la IA en la educación dependerá de la capacidad humana para integrarla de forma responsable, promoviendo no solo la eficiencia, sino también una formación más humana, crítica y conectada con las necesidades del mundo actual. Este camino requiere más que herramientas tecnológicas: Es crucial disponer de una visión transformadora que valore tanto el potencial de la IA como la riqueza insustituible de la interacción humana en el proceso educativo.

Estrategias para fomentar la alfabetización digital en IA
Melba Cristina Marmolejo

La disertación abordó la caminata desde la ingeniería, la administración, el liderazgo y la gerencia, desde la perspectiva del enfoque sistémico, concebido como una visión desde la esencia de la formación profesional, con un criterio multidisciplinario e interdisciplinario orientado hacia lo transdisciplinario. Esta transformación, entendida como una verdadera metamorfosis, pretende mostrar lo que debe suceder en las organizaciones concebidas como sistemas, dentro de un proceso a medida que les permita crecer y aprender. Así, podrán entender, razonar y decidir, especialmente en contextos de crisis como caídas o fracasos del mercado y del entorno, evidenciados en factores económicos y financieros que muchas veces significan el ocaso de sus

ciclos de vida. Todo ello forma parte del derecho a saber hacer, a partir de lo aprendido y de lo que puede enseñarse, enmarcado en la responsabilidad social.

Se expuso que los problemas constituyen el común denominador de las organizaciones en la era actual, marcada por la complejidad y la incertidumbre del entorno empresarial. Por ello, las organizaciones están obligadas a desarrollar capacidades que se conviertan en destrezas, como única forma posible de adaptarse y, posteriormente, generar prosperidad. En este contexto, el enfoque sistémico permite el uso de analogías, isomorfismos y modelos para interpretar y resolver problemas dentro de organizaciones inteligentes. Estas organizaciones son aquellas que empoderan a sus equipos de trabajo —adecuadamente seleccionados y permanentemente capacitados— para responder a los desafíos del entorno, partiendo de una competencia global que, además, brinda oportunidades en nuevos mercados.

Una organización inteligente es un sistema con características y propiedades que la definen: No solo reacciona ante los cambios del entorno, incluida la incertidumbre, sino que se anticipa y se adapta de forma proactiva, integrando el aprendizaje, el razonamiento y la toma de decisiones en su cultura organizacional. El enfoque sistémico contribuye a esta visión al permitir considerar a la organización como un todo interconectado con sus elementos internos y en constante interacción con el entorno. En este marco, los problemas no se abordan de forma aislada, sino en función de las relaciones y dinámicas entre los distintos componentes, dentro de un entorno global.

A partir de un isomorfismo organizacional, se concluye que la manera de asumir y superar los obstáculos radica en el desarrollo de las capacidades, habilidades, destrezas, experiencia y otros elementos que

se incorporan al *know-how* de la organización. No obstante, es imprescindible recordar que el fin no justifica los medios, y que la ética debe ser un principio rector, especialmente en la solución de problemas.

Se destacó también la importancia de identificar y analizar los patrones de comportamiento de los colaboradores dentro de la organización inteligente, los cuales reflejan las estructuras subyacentes y el contexto, que suelen ser complejos. Se abordó el uso de los pensamientos analítico, crítico, lógico, estratégico y creativo; así como la I+D+i, como medios para generar valor y rentabilidad para los *stakeholders* (clientes, proveedores, inversionistas, colaboradores, entre otros). Asimismo, se mencionaron herramientas y metodologías sistémicas como la dinámica de sistemas, que evidencian cómo pequeñas acciones, bien dirigidas y oportunas, pueden generar grandes impactos en el sistema y en quienes dependen de él.

La resolución de problemas comienza con su reconocimiento. Su abordaje, en el seno de equipos multidisciplinarios y mediante la dialéctica, facilita la discusión orientada a descubrir la verdad, a través de la exposición y confrontación de razonamientos diversos con argumentaciones técnicas, legales y lógicas, respaldadas incluso por indicadores de gestión. Aunque dichas argumentaciones puedan ser originalmente contradictorias, finalmente permiten establecer orden y alcanzar consensos.

Si bien el espacio y tiempo disponibles en el Panel Integral Interactivo resultan siempre insuficientes —especialmente cuando se pretende generar una interfaz de conocimiento mediante criterios como el análisis nodal o la ley de Kirchhoff—, se evidenció que es posible aplicar la dialéctica e incluso la casuística, con el propósito de extraer conclusiones significativas que permitan avanzar en el proceso. Esto se justi-

fica en un mundo cada vez más interconectado y complejo, en el cual el conocimiento, es un insumo crucial para configurar organizaciones inteligentes. Estas organizaciones se enfrentan a desafíos cada vez más frecuentes que requieren enfoques integrales y actitudes colaborativas.

Uno de los elementos fundamentales mencionados, y que posee un peso relevante en este enfoque, es el reconocimiento de nuestra humanidad. Siendo humanos, necesitamos comunicarnos cada vez mejor. El concepto de servicio como valor agregado es cada vez más querido y valorado. En este sentido, resulta crucial reconocer que, como personas que atendemos a personas, es indispensable incorporar a los mejores seres humanos a nuestros equipos. Se necesitan individuos cuyo ADN esté impregnado de valores, principios, moral y ética. Y si esto no es así, es necesario trabajar arduamente para incorporarlos como parte de la cultura organizacional.

Mis reflexiones en el panel pretendieron mostrar la potencia del marco conceptual que constituye mi fortaleza, así como la experiencia acumulada en los diversos sectores en los cuales he generado vivencias, kilometraje y horas de vuelo. En mi enfoque, es inevitable el uso de isomorfismos, analogías y, sobre todo, modelos que faciliten la comprensión y el entendimiento, permitiendo a las organizaciones transitar en el proceso de convertirse en organizaciones inteligentes. En ese sentido, se hace necesario contar con elementos estratégicos para abordar la resolución de los distintos problemas que puedan surgir, mediante el enfoque sistémico, de tal forma que se integren diversas disciplinas y perspectivas, con el fin de generar efectividad y sostenibilidad en la misión organizacional.

La esencia de una organización inteligente se centra en su capacidad y destreza para interpretar, aprender y adaptarse prácticamente

en tiempo real a un entorno cambiante, caracterizado por turbulencias e incertidumbres. Sin embargo, dicha adaptación no es posible mediante enfoques personales o unidimensionales. Por esta razón, la presencia de líderes-colaboradores capacitados, empoderados y con una visión interdisciplinaria se vuelve decisiva.

Subrayé la importancia de convocar y combinar diferentes conocimientos de distintas áreas —como la administración, la ingeniería, la psicología organizacional y, ciertamente, las tecnologías de la información—, el uso de la IA, así como políticas de I+D+i y la incorporación de criterios de calidad. Todo esto permite comprender mejor los problemas y abordarlos desde múltiples perspectivas, a cargo de profesionales especialistas con ética.

En mi crecimiento profesional, siendo ingeniero de sistemas, me especialicé y fortalecí en el desarrollo de sistemas de información, con un enfoque integral desde sus inicios. Esto me permitió aprovechar los datos únicos y migrar desde los clásicos sistemas transaccionales hacia los sistemas de información gerencial y los sistemas de toma de decisiones gerenciales. En este proceso, transité del rol de analista-desarrollador al de diseñador y director del proyecto. Posteriormente, decidí otorgar un valor agregado a mi formación con la obtención del título de licenciado en administración, reforzado más adelante a partir del MBA y el DBA. Gracias a esta trayectoria, interpreto que el planeamiento, el diseño, la dirección y el control permiten generar el *feedback*, que considero un elemento estratégico dentro de cualquier organización, ya que le permite conciliar y alcanzar esa inteligencia tan anhelada.

Estrategias para fomentar la alfabetización digital en IA

La disertación abordó la importancia de la alfabetización digital en una sociedad globalmente conectada y cada vez más influenciada por la IA. En primer lugar, se definió la alfabetización digital y sus competencias: comprensión técnica de la IA, pensamiento crítico-ético y habilidades para el manejo de datos. Posteriormente, se expusieron estrategias para promover la alfabetización digital en el contexto académico. Si bien se reconocen los diferentes niveles que conforman la jerarquía educativa, las estrategias propuestas están alineadas principalmente con los requerimientos del ámbito universitario, por lo que es previsible que algunas de ellas no sean aplicables a niveles educativos inferiores.

Entre las estrategias destacadas se mencionan: la capacitación docente, la integración de contenidos de IA en el currículo y el desarrollo de proyectos de IA en el aula. Asimismo, se reconocen otras acciones, como las colaboraciones con la industria y el acceso equitativo a la tecnología. Se enfatizó también la necesidad de desarrollar tanto habilidades técnicas como críticas para comprender y utilizar este nuevo paradigma tecnológico de forma eficaz, sin desatender las consideraciones éticas. Se abordaron, además, los desafíos y oportunidades asociados con la alfabetización digital en IA, así como el rol de distintos tipos de organizaciones en la promoción de estas competencias esenciales para desenvolverse en el mundo digital.

Aunque el abordaje de la IA pueda parecer un tema relativamente reciente, no lo es. En 1950, Alan Turing expresó: Podemos solo ver un poco del futuro, pero lo suficiente para darnos cuenta de que hay

mucho por hacer. Turing fue pionero en las ciencias computacionales y es ampliamente reconocido como el primero en proponer ideas relacionadas con la IA.

En la actualidad vivimos en la era digital, un periodo en el que la tecnología está presente en prácticamente todos los aspectos de la vida, incluido el ámbito educativo. La pandemia de COVID-19 impulsó de manera acelerada e ineludible la adopción de herramientas tecnológicas en los procesos educativos; sin embargo, también dejó al descubierto la desigualdad en las competencias digitales entre estudiantes y docentes. Esta brecha digital no solo se manifiesta en el acceso a la tecnología, sino también en la capacidad para utilizarla eficazmente. Los docentes que carecían de competencias digitales fueron especialmente afectados, lo que generó un impacto negativo en la calidad de la enseñanza y el aprendizaje. Como explican Di Pietro, Biagi, Costa, Karpiński, y Mazza (2020), la pandemia exacerbó las desigualdades en el acceso a la educación, afectando negativamente el rendimiento académico de los estudiantes. De igual manera, un estudio del Banco Interamericano de Desarrollo (BID, 2023) analizó disparidades educativas en varios países de América Latina, revelando que más del 30% de los estudiantes no tuvieron acceso adecuado a recursos tecnológicos, lo que redujo significativamente la calidad de su educación.

Antes de abordar conceptos clave relacionados con la alfabetización digital, sus competencias y posibles líneas de acción, se presentó un planteamiento orientado a sintetizar la evolución de la gestión de la información, entendida como el manejo de la información y el aporte de la tecnología en dicho proceso. Con este fin, se presentó un esquema lineal que ilustra el origen del modelo dicotómico información-tecnología, desde la automatización de la información en

la informática, pasando por el surgimiento del internet, el desarrollo de las TIC, hasta llegar a la IA. En este contexto, se afirmó que la IA se ha convertido en un componente clave para la innovación educativa, ya que ofrece oportunidades sin precedentes para personalizar el aprendizaje y mejorar los resultados académicos.

Cabe aclarar que la IA trasciende la simple búsqueda de información mediante un lenguaje humanizado, y debe ser comprendida como una tecnología capaz de desarrollar tareas específicas que simulan aspectos de la inteligencia humana. Para distinguirla, se identifican sus principales características: *machine learning* (aprendizaje automático), procesamiento del lenguaje natural (PLN), capacidades de percepción, relación con la robótica y el uso de redes neuronales y de aprendizaje profundo.

Para comprender mejor la alfabetización digital, se consideran tres definiciones relevantes. En primer lugar, Gilster (1997) la define como la habilidad para entender y utilizar la información en múltiples formatos, procedente de diversas fuentes. Por su parte, Eshet-Alkalai (2004) plantea que la alfabetización digital incluye un conjunto de habilidades cognitivas, emocionales y sociales necesarias para desenvolverse eficazmente en contextos digitales. Finalmente, Bawden (2008) la describe como la conciencia, actitud y habilidad necesarias para el uso adecuado de herramientas digitales, lo cual permite identificar, acceder, gestionar, integrar, evaluar, analizar y sintetizar recursos digitales para construir o generar conocimiento. Estas definiciones permiten concluir que la alfabetización digital va más allá del uso instrumental de las tecnologías, ya que implica competencias clave para resolver problemas de forma eficiente, efectiva y ética. En definitiva, la tecnología debe concebirse como una herramienta al servicio de la humanidad, y no al revés.

Con base en los apartados anteriores, se identificaron las competencias fundamentales para alcanzar la alfabetización digital, de acuerdo con los expositores. Estas comprenden: (a) la comprensión técnica de la IA, que implica el conocimiento básico de su uso y aplicaciones en la educación; (b) el pensamiento crítico-ético, entendido como la capacidad para evaluar la ética del uso de la IA en el ámbito educativo; y (c) las habilidades para el manejo de datos, indispensables para interpretar y utilizar la información de manera eficaz.

Cada una de estas competencias implica actividades específicas orientadas a alcanzar los objetivos de la alfabetización digital. En el caso del pensamiento crítico-ético, se propone la implementación de paneles, debates o foros sobre la IA, sus alcances y limitaciones en el ámbito educativo, así como la integración de herramientas de IA en los planes curriculares. En cuanto a las habilidades para el manejo de datos, se sugiere generar y difundir experiencias de uso y estudios de caso que evidencien la integración entre IA y educación.

Más adelante, se plantean otras dos acciones cuya implementación depende de factores externos: (1) las colaboraciones con la industria de la IA, es decir, establecer vínculos con compañías desarrolladoras de tecnología para fortalecer las capacidades locales; y (2) el acceso equitativo a la tecnología, que requiere del apoyo de entidades gubernamentales y organizaciones privadas para garantizar infraestructura y servicios digitales a toda la población, sin importar su localización o grado de vulnerabilidad.

En retrospectiva, cada avance tecnológico ha revolucionado la forma en que las personas entienden e interactúan con el mundo. Si bien todo cambio suele generar resistencia, una vez que la tecnología se integra en la sociedad y sus dinámicas, se convierte en parte de lo cotidiano y marca un nuevo escalón hacia la tecno-evolución humana.

La educación no es ajena a este proceso. Procurar una aplicación coherente y ética de la tecnología ya no es una opción, sino una necesidad ineludible en todos los niveles del sistema educativo.

La IA ha llegado para quedarse y está transformando el mundo; sin embargo, es imprescindible recordar que se trata de una herramienta de alto potencial, pero que no puede —ni debe— competir con los valores humanos.

Referencias

- Banco Interamericano de Desarrollo. (2023). *El estado de la educación en América Latina y el Caribe 2023*. <https://publications.iadb.org/es/el-estado-de-la-educacion-en-america-latina-y-el-caribe-2023>
- Bawden, D. (2008). Origins and concepts of digital literacy. En C. Lankshear & M. Knobel (Eds.), *Digital literacies: Concepts, policies and practices* (pp. 25-45). Peter Lang.
- Di Pietro, G., Biagi, F., Costa, P., Karpiński, Z., & Mazza, J. (2020). *The likely impact of COVID-19 on education: Reflections based on the existing literature and recent international datasets* (JRC Technical Report). European Commission. <https://doi.org/10.2760/126686>
- Eshet-Alkalai, Y. (2004). Digital literacy: A conceptual framework for survival skills in the digital era. *Journal of Educational Multimedia and Hypermedia*, 13(1), 93-106. <https://www.learntechlib.org/primary/p/4793/>
- Gilster, P. (1997). *Digital literacy*. Wiley Computer Publishing.
- Turing, A. M. (1950). Computing machinery and intelligence. *Mind*, 59(236), 433-460. <https://doi.org/10.1093/mind/LIX.236.433>

Aurel_IA: LLM para brindar información sobre la oferta educativa en la PUCE

Diego Ordóñez Camacho

Esta disertación se sustenta en la presentación del desarrollo de un *chatbot* de IA para optimizar la mesa de ayuda de una institución universitaria. El trabajo efectuado se enfoca en cómo los LLMs pueden mejorar la calidad y la eficiencia del servicio de atención al cliente, tanto interno como externo, de la universidad, superando las limitaciones de los tradicionales centros de atención telefónica.

El problema central identificado es la falta de conocimiento actualizado del personal de los centros de atención telefónica, lo cual conduce a respuestas inexactas y largas esperas. Para enfrentar este reto, el proyecto propone el uso de LLMs, capaces de generar respuestas coherentes incluso cuando las preguntas no están claramente formuladas. No obstante, los LLM también presentan desafíos, como la generación de respuestas incorrectas o alucinaciones cuando no disponen de la información adecuada.

El proyecto sugiere dos métodos clave para adaptar los modelos LLM a las necesidades específicas de la universidad: *fine-tuning* y *Retrieval Augmented Generation* (RAG). El primero implica reentrenar el modelo con información nueva, mientras que el segundo añade datos adicionales, en tiempo real, para complementar las respuestas del modelo. Aunque el *fine-tuning* es más complejo y requiere más recursos, el RAG es más eficiente, pues no necesita un proceso de reentrena-

miento completo y puede brindar respuestas rápidamente al combinar información adicional relevante para cada consulta.

La metodología utilizada en este estudio incluyó la recopilación de preguntas y respuestas (Q&A, por sus siglas en inglés) frecuentes de los departamentos y facultades de la universidad, lo que permitió construir una base de datos con más de 2.000 Q&A. Luego, se probaron diferentes modelos LLM, como LLaMA 2, Falcon y Mistral, con técnicas de adaptación como LoRA y QLoRA. Los resultados indicaron que la técnica RAG, combinada con modelos tipo *chat* o *instruct*, ofreció mejores resultados en cuanto a precisión y eficiencia.

El sistema desarrollado utiliza una infraestructura local compuesta por un equipo de alto rendimiento con una GPU Nvidia RTX 4090 y permite manejar modelos de hasta 13 mil millones (13B) de parámetros. A pesar de algunos problemas relacionados con el uso simultáneo del sistema, los tiempos de respuesta fueron razonables para la mayoría de las consultas, y se logró un equilibrio entre precisión y velocidad.

Se concluye que la implementación de un *chatbot* basado en LLM para una mesa de ayuda institucional es viable y presenta claras ventajas en comparación con los centros de atención telefónica tradicionales. Sin embargo, es necesario continuar optimizando el sistema para mejorar la exactitud de las respuestas y la experiencia del usuario.

Desde una visión interdisciplinaria, y considerando el marco de referencia del lema de este *Workshop* INCOIN, “Inteligencia artificial aplicada a la educación superior”, cabe mencionar, en primera instancia, que la IA ha emergido como una de las tecnologías más transformadoras en diversos sectores, y la educación superior no ha sido la excepción (Abbasi et al., 2024). La IA ha demostrado ser una

herramienta poderosa para mejorar procesos, desde la enseñanza hasta la administración, y está cambiando radicalmente la forma en que las universidades operan y brindan servicios a sus estudiantes. Un ejemplo de esta aplicación es el desarrollo de Aurel_IA (Ordóñez-Camacho et al., 2024), que ilustra cómo los LLMs (Bubeck et al., 2023) pueden integrarse en instituciones de educación superior (IES) para automatizar procesos, mejorar la eficiencia y brindar una experiencia más personalizada y accesible a los estudiantes y al personal académico.

Una de las aplicaciones más prometedoras de la IA en la educación superior es la automatización de los servicios universitarios. Aurel_IA refleja los desafíos significativos que enfrentan numerosas universidades en la atención de las consultas y necesidades de sus estudiantes. El personal de los centros de atención telefónica a menudo no cuenta con la información completa o actualizada sobre los programas, normativas y procesos institucionales, lo que resulta en respuestas inexactas y tiempos de espera prolongados. Este tipo de ineficiencias no solo afectan la calidad del servicio, sino también la percepción de la universidad por parte de sus estudiantes (Bates, 2019).

La IA, específicamente mediante *chatbots* como Aurel_IA, ofrece una solución eficaz a este problema. Los LLM, entrenados en grandes volúmenes de datos, tienen la capacidad de comprender preguntas mal estructuradas o vagas y generar respuestas coherentes y precisas. Esto reduce la necesidad de intervención humana, optimiza los tiempos de respuesta y mejora la satisfacción del usuario (Stokel-Walker et al., 2023). Además, los modelos de IA pueden operar 24/7, lo que significa que los estudiantes pueden acceder a la información en cualquier momento, algo que no es posible con los sistemas tradicionales de atención telefónica.

El uso de IA en servicios como mesas de ayuda virtuales también tiene implicaciones significativas en términos de reducción de costos operativos. Los centros de atención tradicionales requieren personal capacitado que, a menudo, está sujeto a una alta rotación y a la necesidad constante de actualización de conocimientos. En cambio, un sistema basado en IA, aunque inicialmente puede ser costoso de implementar, a largo plazo resulta más eficiente desde una perspectiva financiera. La IA, una vez entrenada adecuadamente y actualizada periódicamente, puede proporcionar información precisa de forma continua, sin los costos asociados al mantenimiento de un equipo humano (Luckin, 2018).

Otro aspecto crucial de la IA en la educación superior es su capacidad para personalizar el aprendizaje de los estudiantes. Los sistemas educativos tradicionales tienden a ofrecer una experiencia homogénea que no necesariamente se ajusta a las necesidades individuales de cada estudiante. Sin embargo, con el uso de la IA, las universidades pueden implementar plataformas que adapten el contenido educativo en función de las preferencias, intereses y ritmo de aprendizaje de cada estudiante. Esto crea un entorno de aprendizaje más dinámico y personalizado, lo cual puede mejorar tanto el rendimiento académico como la satisfacción estudiantil (Fadel et al., 2019).

El aprendizaje adaptativo, impulsado por la IA, es una de las áreas que más ha evolucionado en los últimos años. Este enfoque utiliza algoritmos para analizar el comportamiento del estudiante, identificar patrones de aprendizaje y recomendar contenido personalizado que se ajuste a sus necesidades (Baker & Siemens, 2014). Por ejemplo, si un estudiante trabaja en un tema específico, el sistema puede sugerirle materiales adicionales o ejercicios prácticos que le ayuden a

dominar dicho contenido. Así, el aprendizaje se torna más eficiente y centrado en las necesidades individuales.

Además, los sistemas de IA pueden actuar como tutores virtuales, proporcionando retroalimentación inmediata y personalizada. En lugar de depender únicamente del tiempo limitado que un profesor puede dedicar a cada estudiante, los *chatbots* educativos pueden responder preguntas y brindar explicaciones detalladas sobre los temas de estudio en tiempo real. Esta capacidad de tutoría instantánea tiene el potencial de democratizar el acceso a una educación de alta calidad, reduciendo las barreras que enfrentan muchos estudiantes durante su proceso de aprendizaje (Park Woolf, 2021).

A pesar de las numerosas ventajas que ofrece la IA, también existen desafíos importantes en su implementación en el contexto educativo. Uno de los principales problemas es la necesidad de infraestructura tecnológica adecuada. En el proyecto Aurel_IA se destaca la necesidad de equipos de alto rendimiento, como unidades de procesamiento gráfico (GPU) especializadas, para ejecutar los modelos eficientemente. Esta infraestructura no está disponible en todas las instituciones educativas, especialmente en países en desarrollo, lo cual puede generar una brecha tecnológica significativa (Luckin et al., 2016).

Asimismo, el costo de implementar y mantener sistemas de IA puede ser prohibitivo para algunas instituciones. Aunque los costos pueden reducirse a largo plazo, la inversión inicial en hardware, software y capacitación suele ser alta. Para mitigar este desafío, muchas universidades recurren a soluciones en la nube, donde proveedores externos gestionan la infraestructura. No obstante, esta práctica plantea interrogantes sobre la propiedad y privacidad de los datos, en especial cuando se trata de información sensible de estudiantes y docentes (Siemens & Long, 2011).

Otro reto significativo es la precisión de las respuestas generadas por los modelos de IA. Como se menciona en el caso de Aurel_IA, los LLM pueden producir respuestas incorrectas o alucinaciones cuando la información no está presente en su base de datos o cuando la pregunta no está suficientemente relacionada con el contexto. Esta situación puede ser problemática, ya que tanto los estudiantes como el personal confían en que los sistemas de IA proporcionen respuestas precisas y confiables. La necesidad de actualizar constantemente la base de datos y validar la información representa, por tanto, un desafío continuo para las instituciones que adoptan esta tecnología (Rainie et al., 2017).

El uso de IA en la educación superior también plantea importantes cuestiones éticas que deben ser consideradas. La creciente dependencia de sistemas automatizados puede conducir a una reducción del contacto humano en los procesos educativos y administrativos. Si bien la IA permite optimizar numerosas tareas, es fundamental mantener un equilibrio entre automatización e interacción humana. Los estudiantes aún valoran el contacto directo con sus docentes y con el personal de apoyo, por lo que la deshumanización del proceso educativo podría tener efectos negativos en la calidad general de la enseñanza (Fadel et al., 2019).

Otro aspecto ético relevante es la privacidad de los datos. Los sistemas de IA, especialmente aquellos que utilizan aprendizaje adaptativo, recopilan grandes volúmenes de información sobre el comportamiento de los estudiantes. Esto plantea preocupaciones en torno a cómo se almacenan, procesan y utilizan dichos datos. Las universidades deben garantizar que la implementación de la IA respete las normativas de protección de datos, asegurando que los estudiantes tengan control sobre la información que se recopila sobre ellos (Siemens & Long, 2011).

Por último, el sesgo en los algoritmos de IA es un tema que merece especial atención. Los sistemas se entrenan con grandes volúmenes de datos y, si estos contienen sesgos, los modelos reproducirán esos mismos sesgos en sus respuestas. Esto puede tener consecuencias graves en el ámbito educativo, donde las decisiones basadas en IA, como recomendaciones de cursos o evaluaciones, deben ser justas y equitativas para todos los estudiantes. Por ende, resulta esencial que las universidades y los desarrolladores trabajen activamente para identificar y mitigar cualquier sesgo presente en los modelos utilizados (Baker & Siemens, 2014).

La IA tiene el potencial de transformar la educación superior en formas que apenas comenzamos a comprender. Desde la automatización de procesos administrativos hasta la personalización del aprendizaje, sus aplicaciones pueden contribuir a una educación más accesible, eficiente y centrada en el estudiante. No obstante, para maximizar estos beneficios, es indispensable que las instituciones inviertan en infraestructura adecuada, aborden los desafíos éticos y gestionen con responsabilidad los riesgos asociados a su implementación.

El caso de Aurel_IA constituye un claro ejemplo de cómo la IA puede aplicarse exitosamente en el ámbito universitario, pero también subraya la necesidad de un enfoque cuidadoso y planificado. Las universidades que adopten estas tecnologías deben estar dispuestas a realizar inversiones a largo plazo en equipamiento y formación del personal, y comprometerse, a su vez, con altos estándares éticos en la gestión de datos estudiantiles y en los procesos automatizados de toma de decisiones. La IA aplicada a la educación superior ofrece oportunidades inmensas para mejorar tanto los procesos internos como la experiencia educativa. Aunque los desafíos son considerables, las insti-

tuciones que logren superarlos estarán mejor preparadas para enfrentar las demandas del siglo XXI y brindar una educación de alta calidad en un mundo crecientemente digitalizado.

Referencias

- Abbasi, M., Davis, M. M., Melgarejo-Heredia, R., & Ordóñez Camacho, D. A. (2024). Artificial intelligence: A look back to the future in university education. *Proceedings of International Structural Engineering and Construction*, 11(1).
- Baker, R., & Siemens, G. (2014). Educational data mining and learning analytics. En K. Sawyer (Ed.), *The Cambridge handbook of the learning sciences* (2nd ed., pp. 253-272). Cambridge University Press.
- Bates, A. W. (2019). *Teaching in a digital age: Guidelines for designing teaching and learning* (2nd ed.). BCcampus.
- Bubeck, S., Chandrasekaran, V., Eldan, R., Gehrke, J., Horvitz, E., Kamar, E., Lee, P., Lee, Y. T., Li, Y., Lundberg, S., Nori, H., Palangi, H., Ribeiro, M. T., & Zhang, Y. (2023). Sparks of artificial general intelligence: Early experiments with GPT-4 (arXiv:2303.12712). *arXiv*.
- Fadel, C., Holmes, W., & Bialik, M. (2019). *Artificial intelligence in education: Promises and implications for teaching and learning*. Center for Curriculum Redesign.
- Luckin, R. (2018). *Machine learning and human intelligence: The future of education for the 21st century*. UCL IOE Press.
- Luckin, R., Holmes, W., Griffiths, M., & Forcier, L. B. (2016). *Intelligence unleashed: An argument for AI in education*. Pearson.

- Ordóñez-Camacho, D., Melgarejo-Heredia, R., Abbasi, M., & González-Solis, L. (2024). Aurel_AI: Automating an institutional help desk using an LLM chatbot. En *Proceedings of the 28th World Multi-Conference on Systemics, Cybernetics and Informatics* (pp. 81–84).
- Park Woolf, B. (2009). *Building intelligent interactive tutors: Student-centered strategies for revolutionizing e-learning*. Morgan Kaufmann.
- Rainie, L., & Anderson, M (2017). *The future of jobs and jobs training*. Pew Research Center. <https://www.pewresearch.org/internet/2017/05/03/the-future-of-jobs-and-jobs-training/>
- Siemens, G., & Long, P. (2011). Penetrating the fog: Analytics in learning and education. *EDUCAUSE Review*, 46(5), 30-32.
- Stokel-Walker, C., & Van Noorden, R. (2023). What ChatGPT and generative AI mean for science. *Nature*, 614(7947), 214–216. <https://doi.org/10.1038/d41586-023-00340-6>

Retroalimentación académica en la era de la IA: *Bots* de calificación automática

Kevin Rojas

La implementación de IA en el ámbito educativo abre nuevas oportunidades para optimizar la retroalimentación académica, asegurando una evaluación más precisa, objetiva y consistente. En esta disertación, he explorado el desarrollo y la funcionalidad de un prototipo calificador automático basado en GrafoChats. Esta tecnología innovadora utiliza estructuras de grafos para conectar múltiples nodos de interacción, permitiendo que el sistema no solo evalúe las respuestas de los estudiantes, sino que, además, ofrezca retroalimentación detallada y orientada a la mejora continua.

GrafoChats es una tecnología que combina la flexibilidad de la IA con la estructura de un grafo, donde cada nodo representa una función específica en el proceso de calificación. Este calificador se distingue por su capacidad de evaluar el desempeño de los estudiantes conforme a una rúbrica de referencia predefinida, garantizando así que la retroalimentación sea consistente y replicable, incluso en diferentes entregas de la misma tarea. Mediante esta tecnología, se brinda una retroalimentación detallada y específica que guía al estudiante en su aprendizaje, señalando áreas de mejora y fortaleciendo las habilidades evaluadas.

El sistema de GrafoChats utiliza *prompts* dinámicos y un flujo de trabajo estructurado, donde cada fase de la calificación está deli-

nada dentro del grafo. Esto permite que la evaluación sea flexible, adaptándose a la respuesta específica de cada estudiante y ajustándose a las diferentes dimensiones de la rúbrica sin perder precisión. Además, el calificador GrafoChats ofrece retroalimentación inmediata, hecho crucial para maximizar el impacto en el proceso de aprendizaje, al permitir que los estudiantes reciban sus resultados y sugerencias de mejora de forma oportuna.

Además de la precisión y consistencia, el calificador automático tiene la ventaja de ser una herramienta escalable. Merced a la adaptabilidad de GrafoChats, este sistema se puede implementar en diversos contextos educativos y ajustarse a múltiples criterios de evaluación con mínimas modificaciones. Así, no solo facilita su integración en diferentes instituciones educativas, sino que también abre la puerta a nuevas aplicaciones en el ámbito de la educación asistida por IA.

Este desarrollo representa un avance significativo en la educación asistida por IA, demostrando cómo la tecnología contribuye a la creación de sistemas educativos más justos, eficientes y centrados en el aprendizaje del estudiante. La posibilidad de aplicar el calificador en múltiples contextos académicos, con ajustes mínimos, hace de GrafoChats una herramienta escalable y altamente adaptable para instituciones educativas que buscan integrar la IA en sus procesos de evaluación. Este sistema no solo mejora la precisión en la evaluación, sino que también garantiza que la retroalimentación sea consistente y de alta calidad, lo cual es fundamental para el desarrollo de competencias en los estudiantes. GrafoChats ofrece una solución innovadora para instituciones educativas que buscan optimizar la experiencia de aprendizaje, promoviendo una retroalimentación continua, precisa y efectiva que respalde los objetivos pedagógicos.

El Panel Integrado Interactivo, Capítulo I.1, se constituyó como un espacio de intercambio interdisciplinario donde convergieron diferentes perspectivas sobre la aplicación de la IA y las tecnologías digitales en la educación y en la gestión organizacional. La combinación de enfoques permitió explorar la capacidad transformadora de estas herramientas para mejorar los procesos de enseñanza y optimizar el funcionamiento de las instituciones. Cada disertante contribuyó desde su área de especialización, abriendo la discusión sobre cómo estas innovaciones pueden generar un impacto positivo y duradero en diferentes ámbitos.

La jornada inició con la presentación de Grover E. Villanueva Sánchez, quien destacó el rol de la IA en la optimización de procesos organizacionales y la toma de decisiones. Su enfoque subrayó cómo las organizaciones pueden aprovechar la IA para adaptarse a entornos cambiantes y resolver problemas de manera eficiente. La posibilidad de procesar grandes cantidades de datos y extraer conclusiones en tiempo real permite que las instituciones sean más flexibles y respondan mejor a los desafíos contemporáneos, sentando así una base sólida para el desarrollo de entornos de trabajo inteligentes y resilientes.

Dando una visión ampliatoria desde un enfoque educativo, Melba Marmolejo abordó la importancia de la alfabetización digital en el contexto de la IA. Su propuesta se centró en proporcionar a los estudiantes y profesionales habilidades críticas que les permitan entender y utilizar las herramientas tecnológicas de forma ética y responsable. La alfabetización digital no solo consiste en aprender a usar las tecnologías, sino en desarrollar una comprensión profunda que permita a los usuarios interactuar conscientemente con ellas, potenciando sus capacidades y previniendo posibles malinterpretaciones o abusos de la tecnología.

Por otro lado, Diego A. Ordóñez presentó un caso práctico sobre el uso de modelos de lenguaje para mejorar la experiencia de los usuarios interesados en la oferta educativa. Su equipo desarrolló un *chatbot* entrenado con información específica de la universidad, diseñado para responder de forma automática a las preguntas de posibles futuros estudiantes. Su exposición se fundamentó en que este *chatbot* no solo facilita la interacción entre los usuarios y la institución, sino que contribuye a mejorar el acceso a la información, asegurando que las respuestas sean coherentes y alineadas con las necesidades informativas de los interesados. Este tipo de aplicación muestra cómo la IA puede personalizar y automatizar procesos de atención, mejorando la relación de las instituciones con sus públicos de interés.

En este contexto, mi disertación se enfocó en el desarrollo de un sistema de retroalimentación académica automatizada que utiliza IA para proporcionar evaluaciones precisas y consistentes del desempeño estudiantil. Este calificador automatizado analiza las respuestas de los estudiantes y emite retroalimentación orientada a la mejora continua, facilitando un aprendizaje más eficiente y alineado con los objetivos pedagógicos. La capacidad de la IA para mantener un alto nivel de consistencia en la evaluación permite que los estudiantes reciban comentarios claros y accionables, que refuercen su proceso formativo y contribuyan a una experiencia educativa de mayor calidad.

Finalmente, la Dra. Verónica Yépez-Reyes presentó una perspectiva enfocada en la integración de las TIC, las TAC y las TEP en la educación. Su presentación resaltó cómo estas tecnologías pueden fomentar un aprendizaje reflexivo y colaborativo, permitiendo que los estudiantes desarrollen habilidades críticas y analíticas que los preparen para interactuar significativamente con la información y el contenido académico.

A pesar de los avances y las promesas que ofrece la IA, existe un debate significativo sobre el alcance de estas tecnologías y el papel fundamental de la ética en su desarrollo. Las aplicaciones de IA en educación y gestión organizacional plantean cuestiones éticas complejas, desde la privacidad y el sesgo hasta la responsabilidad en la toma de decisiones. Los disertantes reconocen la importancia de integrar principios éticos en cada etapa del diseño y la implementación de soluciones de IA, asegurando que estas tecnologías sirvan a los intereses de la sociedad y promuevan un uso equitativo y transparente.

En conjunto, las presentaciones de este panel reflejan una visión compartida sobre el potencial transformador de la IA y las tecnologías digitales en múltiples aspectos del aprendizaje y la gestión organizacional. Al integrar estas innovaciones, no solo se buscan mejoras operativas, sino también un impacto más profundo en la forma en que estudiantes y profesionales se relacionan con el conocimiento y los procesos de formación.

La visión interdisciplinaria expuesta por el director científico, inicialmente en modalidad transversal no lineal, reflejó un proceso de integración cognitiva, en términos de cooperación, abriendo un camino hacia una educación más adaptativa, reflexiva y conectada con las demandas de un mundo digitalizado, donde tanto la personalización como la automatización desempeñan roles fundamentales. Esta convergencia de ideas y experiencias subraya cómo, por medio de la tecnología, es posible construir entornos de aprendizaje más integrales, críticos y accesibles, que no solo optimicen los recursos educativos, sino que también fomenten una comprensión y aplicación ética de las herramientas tecnológicas en beneficio de la sociedad en su conjunto, con una mirada trascendental en búsqueda de la transdisciplinariedad,

para definir y potenciar nuevas disciplinas que, en el paso del tiempo, busquen nuevas interdisciplinariedades, siempre en un grafo nuevo, y la historia continuará.

Referencias

- Escobar-Zambrano, D., & Rojas-Satián, K. (en preparación). *Grafochats: Una arquitectura de razonamiento computacional basada en LLMs*.
- Hernández-León, A., & Rodríguez-Conde, M. J. (2024). Inteligencia artificial en la educación universitaria: Una revisión sistemática de los avances y aplicaciones. *Revista de Educación a Distancia*, 24(1), 123-145. <https://doi.org/10.6018/red.594651>

TIC, TAC y TEP integradas con herramientas de IA para afiches críticos, reflexivos y participativos

Verónica Yépez-Reyes

Las Humanidades Digitales se sitúan en la intersección entre las humanidades y la tecnología. En este sentido, emplean las herramientas computacionales para procesar datos y apoyar la investigación en la búsqueda de respuestas a las preguntas esenciales que, durante años, se ha planteado la humanidad: históricas, literarias, comunicacionales, entre otras (Chambliss, 2020).

El abanico de competencias requeridas por la “sociedad red” en la era de “autocomunicación de masas” —conforme Castells (2013)— es tan amplio que la UNESCO (2023) introduce el concepto de alfabetización mediática e informacional (AMI). Este no solo contempla la adquisición de competencias computacionales y de manejo de internet —inmersas en la idea de sociedad red—, sino que también incluye el desarrollo de competencias en comunicación e información, mediante la alfabetización en apuestas digitales de cine y medios tradicionales (prensa, radio y televisión), juegos, datos, bibliotecas, IA, entre otras (p.15).

En la PUCE, la asignatura de AMI diseñada para los cursos de primer nivel de las carreras de ciencias sociales y humanidades, se denomina Herramientas Digitales para las Humanidades (HerDigi-Hum). Esta aborda el uso de las tecnologías para la información y comunicación (TIC), para el aprendizaje y conocimiento (TAC) y para

el empoderamiento y la participación (TEP). HerDigiHum va más allá de los cursos que abordaban ofimática o la informática aplicada, al incursionar en propuestas contemporáneas de innovación educativa, fundamentadas en equipos interdisciplinarios. Es el caso de Latorre et al. (2018), quienes analizan críticamente la integración de la tecnología en las aulas, abordando a las TIC, TAC y TEP en distintos momentos del proceso de AMI de sus estudiantes. Este es también el caso del curso de HerDigiHum, impartido por cuatro docentes con un variado bagaje profesional: educadora, comunicadora, diseñadora gráfica y diseñadora audiovisual.

El 2023 marcó un hito en el proceso de enseñanza-aprendizaje formal, con la popularización de herramientas de IA y su relación con las TIC, TAC y TEP. Estas se vinculan con una multiplicidad de posibilidades, pero también con cuestionamientos sobre el rol docente y estudiantil, los resultados de aprendizaje a alcanzar y los riesgos potenciales en la seguridad de la información (Humble & Mozelius, 2022). Estos avances tecnológicos han puesto en evidencia la búsqueda constante de la sociedad por superar a la IA y revelar sus inconsistencias mediante análisis críticos de sus efectos (p. ej., Schade et al., 2023; Vicente & Matute, 2023).

La IA, ex abrupto, es HerDigiHum y, por ende, reclama su lugar en las aulas desde la visión freiriana de praxis, que se refiere al *continuum* de acción y reflexión (Freire, 1985). Esto implica que la asignatura HerDigiHum se orienta tanto a aprender el uso de herramientas digitales como a poner en práctica este conocimiento (acción), al tiempo que reflexiona sobre su aplicación, el porqué y para qué de las prácticas con TIC, TAC y TEP, así como sus consecuencias favorables y adversas.

Este artículo busca responder a la pregunta de cómo incorporar la IA en la elaboración de afiches (actividad de clase), de manera que cumplan con los criterios de criticidad, reflexividad y participación. Para ello, se analizan los afiches elaborados por estudiantes de la asignatura HerDigiHum en el segundo período académico de 2023 (octubre-diciembre). Los afiches fueron creados a partir de ilustraciones generadas mediante *prompts* —instrucciones para la interacción con sistemas de IA—, que se basaron en cuadros semánticos en torno a la tríada ícono/índice/símbolo de Peirce (Burks, 1949). Esta información se ingresó a generadores gráficos con IA para crear las ilustraciones que conforman los elementos visuales de los 26 afiches digitales analizados (de más de 60 publicados en la cuenta de Instagram @herdigiHum en noviembre de 2023). Posteriormente, los afiches fueron complementados con textos y otros elementos gráficos para enriquecer su composición y lograr *engagement*, superando las 30 interacciones cada uno (reacciones, comentarios y compartidos) hasta el 04 de diciembre de 2023.

Estos afiches formaron parte de la exposición digital de los cuatro paralelos de la asignatura HerDigiHum del primer nivel del dominio académico de identidades, educación, culturas, comunicación y valores de la PUCE. Los resultados del uso de IA en la creación de afiches digitales y su interacción en redes sociales fueron presentados por diversos disertantes en el I Panel integrado interactivo.

Un primer hallazgo muestra una posible incongruencia en la semiótica clásica de Peirce, que clasifica a los símbolos como naturales o convencionales. La aparición de la IA podría dismantelar esta dicotomía al introducir una nueva forma de generación de piezas gráficas: La generación artificial, que difiere tanto de lo natural como de lo con-

vencional. Esta dificultad —la de ceñirse a los preceptos tradicionales y a formas convencionales de abordar fenómenos— fue el *leitmotiv* del panel. Posteriormente, se expusieron diversas perspectivas desde la IA para desarrollar actividades como la retroalimentación en el proceso enseñanza-aprendizaje, la alfabetización digital, el pensamiento sistémico en organizaciones inteligentes y la difusión de la oferta educativa.

Un análisis exhaustivo permite identificar diversas aristas de una misma problemática: La incorporación de la IA en actividades cuyas bases, en su momento, respondían a principios rectores que no se consideraban susceptibles a cambio. Sin embargo, como señaló Kuhn (1970), el progreso de la humanidad ha ocurrido a través de revoluciones que generan cambios de paradigma y evidencian anomalías en la ciencia normal. En este caso, la dicotomía semiótica de Peirce entre signos naturales y convencionales revela una crisis de comprensión que exige reformular y reprocesar la producción de signos generados mediante IA, instaurando una nueva categoría: Aquella que no es natural ni enteramente convencional, ya que esta última implica un acuerdo o pacto social.

No obstante, las ilustraciones generadas por IA a partir de *prompts* pueden considerarse, en cierto modo, convencionales, pues surgen a partir de precedentes, lo cual se ajusta a la segunda acepción de la palabra *convencional* según el Diccionario de la lengua española. Sin embargo, sus sinónimos no resultan aplicables, ya que, tratándose de IA, no se puede afirmar que sean habituales, comunes o normales. Así, de manera tangencial, el signo creado por IA podría considerarse una convención, aunque no en sentido pleno. Esto evidencia la necesidad de una nueva clasificación artificial, derivada de la inclusión en la tecnología en la generación de productos visuales.

Otro resultado alcanzado en la elaboración de afiches es la constatación de que la IA se nutre día a día de nuevos referentes. Los afiches emplearon la versión gratuita de herramientas digitales con incorporación de IA tales como NightCafé, ChatGPT, Canva, entre otras, y la participación digital tuvo lugar en Instagram.

La generación de las primeras ilustraciones, previas a noviembre de 2023, implicó el uso de traductores lingüísticos, pues los programas provistos de IAG no reconocían —hasta entonces— los *prompts* en español. No obstante, esta barrera fue superada y, actualmente, los programas de generación gráfica con IA incorporan una capacidad superior para comprender y generar instrucciones en lenguas distintas al inglés mediante múltiples turnos de conversación, de manera extensa y elaborada (Bansal et al., 2024). El número creciente de hispanohablantes a nivel global ha ubicado al español dentro de la lista de idiomas disponibles en diversas plataformas de IAG. Sin embargo, esta situación no se replica en el caso de lenguas minoritarias o en peligro de extinción, a pesar de que, teóricamente, la preservación (Olaare, 2024) y revitalización lingüística (Soylu & Şahin, 2024) constituyen una de las posibilidades que ofrece la IAG. No obstante, los mismos autores coinciden en que los desafíos para llevar a la práctica dichos supuestos teóricos son múltiples y requieren cuantiosas inversiones tecnológicas y apoyo comunitario.

La acción de construir imágenes con el apoyo de IA evidenció una incongruencia teórica: La ausencia de una categoría artificial en la teoría semiótica, en contraste con el avance dinámico y acelerado de la IAG. Esto se relaciona con el quehacer o la “acción” en términos pedagógicos. Adicionalmente, los afiches fueron expuestos en una galería digital en la cuenta de Instagram del curso (@herdigihum).

Aquellos que obtuvieron mayor *engagement* fueron premiados al finalizar el curso. Para ello, los estudiantes trabajaron en el uso de etiquetas, menciones y enlaces, e interactuaron con la comunidad virtual configurada *ad hoc*.

En cuanto al segundo componente de la praxis educativa —la reflexión—, los resultados del estudio evidencian una problemática confrontada: El uso ético de la IA.

El tercer resultado de aprendizaje de la asignatura HerDigiHum se refiere a la selección y uso ético de recursos digitales para la interacción, socialización y gestión de comunidades virtuales. La generación de ilustraciones a partir de *prompts* de texto conlleva la traducción de este a imágenes mediante la ilustración de ideas por parte de la IA. Sin embargo, así como la generación textual por parte de la IAG implica la provisión de una epistemología y el aprendizaje, por parte de la máquina, de la sensibilidad de la lengua y sus hablantes, la generación de imágenes requiere la incorporación de imágenes, modelos y el desarrollo de algoritmos para el *machine learning* (ML) y la mejora de rendimiento en tarea de ilustración. No obstante, las imágenes base fueron, en su momento, ideadas por artistas y diseñadores que hoy claman por el resguardo de sus derechos de creación.

En agosto de 2024 se anunció en distintos medios un hito legal: La admisión a juicio, en Estados Unidos, de la demanda de un grupo de artistas contra los creadores de IAG. Los autores alegan que sus creaciones han sido apropiadas sin su consentimiento ni compensación (Dubey, 2024). La reflexión crítica en torno a la apropiación de ideas e imágenes mediante IA es un tema relevante dentro del ámbito de HerDigiHum. Esta situación ilustra un panorama incierto respecto a la autenticidad, propiedad, pertinencia, autoría

y creatividad en la era de la IA, que ha superado a la denominada “sociedad red” de Castells —mencionada previamente— y plantea un nuevo paradigma, en el sentido de las revoluciones científicas de Kuhn.

Las HerDigiHum se caracterizan por su efectividad y eficiencia en los procesos, como lo evidenciaron los desarrollos empíricos discutidos en el I Panel Interactivo Integrado del *Workshop* INCOIN. Sin embargo, también se distinguen por su impronta artificial —distante de lo natural y convencional— que se construye a partir de una secuencia ordenada de instrucciones, es decir, un algoritmo que se alimenta de información ajena a la persona que lo opera y genera productos que hoy son aceptados de forma convencional, ante la ausencia de jurisprudencia que lo impida.

La ética no exige del cumplimiento de principios fundamentales en el uso de la IA, tales como la seguridad, la transparencia, la privacidad y la justicia. La producción de piezas gráficas con IA, por tanto, debe ajustarse a principios éticos y beneficiar a las personas y a la sociedad. El uso responsable de los afiches generados mediante ilustraciones con IA es una de las principales condiciones para la aprobación del tercer resultado de aprendizaje de la asignatura. Esto garantiza que los estudiantes estén capacitados en la operación adecuada de estas herramientas y actúen con valores y principios éticos, demostrando una formación universitaria integral. Así serán capaces de emplear las tecnologías y las HerDigiHum para la creación de piezas comunicacionales. No obstante, la discusión permanece abierta —y probablemente lo estará por largo tiempo— respecto a cuán propias son las creaciones desarrolladas con apoyo de IA, considerando que implican la generación gráfica a partir de producciones previas.

Referencias

- Bansal, G., Chamola, V., Hussain, A., Guizani, M., & Niyato, D. (2024). Transforming conversations with AI—A comprehensive study of ChatGPT. *Cognitive Computation*, 16(5), 2487–2510. <https://doi.org/10.1007/s12559-023-10236-2>
- Burks, A. W. (1949). Icon, index, and symbol. *Philosophy and Phenomenological Research*, 9(4), 673–689. <https://doi.org/10.2307/2103298>
- Castells, M. (2013). *Communication power* (3.^a ed.). Oxford University Press.
- Chambliss, J. (2020). *Reframing digital humanities: Conversations with digital humanists*. Michigan State University. <https://openbooks.lib.msu.edu/reframingdh/>
- Dubey, A. (2024, agosto 13). Artists' lawsuit against generative AI makers can go forward: A legal milestone in the AI era. *LinkedIn. Your CTO Advisor*. <https://www.linkedin.com/pulse/artists-lawsuit-against-generative-ai-makers-can-go-forward-dubey-7wtxc/>
- Freire, P. (1985). *Pedagogía del oprimido* (35.^a ed.). Siglo veintiuno.
- Humble, N., & Mozelius, P. (2022). The threat, hype, and promise of artificial intelligence in education. *Discover Artificial Intelligence*, 2(1), 22. <https://doi.org/10.1007/s44163-022-00039-z>

- Kuhn, T. S. (1970). *The structure of scientific revolutions* (2nd ed.). The University of Chicago Press.
- Latorre, E. L., Katherine, I., & Castro Molina, P. (2018). Las TIC, las TAC y las TEP: innovación educativa en la era conceptual. *Enn Carrera*. Universidad Sergio Arboleda. <https://repository.usergioarboleda.edu.co/bitstream/handle/11232/1219/TIC%20TAC%20TEP.pdf>
- Olaare, S. (2024). The role of technology in language preservation. *European Journal of Linguistics*, 3, 44–56. <https://doi.org/10.47941/ejl.2046>
- Schade, U., Pritzkau, A., Claeser, D., & Winandy, S. (2023). *Let's fool that stupid AI: Adversarial stacks against text processing AI*. En P. Klimczak & C. Petersen (Eds.), (pp. 267–284). transcript Verlag. <https://doi.org/doi:10.1515/9783839457320-012>
- Soylu, D., & Şahin, A. (2024). The role of AI in supporting indigenous languages. *AI and Tech in Behavioral and Social Sciences*, 2, 11–18. <https://doi.org/10.61838/kman.aitech.2.4.2>
- UNESCO. (2023). *Ciudadanía alfabetizada en medios e información: pensar críticamente, hacer clic sabiamente*. UNESCO. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000385119>
- Vicente, L., & Matute, H. (2023). Humans inherit artificial intelligence biases. *Scientific Reports*, 13(1), 15737. <https://doi.org/10.1038/s41598-023-42384-8>

Síntesis de la coordinadora de innovación

Desde mi perspectiva, puedo sintetizar que el desarrollo del I Panel Integrado Interactivo se centró en explorar cómo la IA puede transformar la educación, con un enfoque en la resolución de problemas en organizaciones inteligentes, la alfabetización digital en IA y el uso de herramientas de IA para mejorar procesos educativos. Entre estos se incluyen: La provisión de información sobre la oferta académica, *bots* de calificación automática y la elaboración de afiches críticos, reflexivos y participativos en aulas de clase.

En esta interacción, se destacó la intervención inicial del director académico, quien, con una visión interdisciplinaria, no solo entrelazó los contenidos presentados, sino que también rellenó los vacíos y planteó futuros posibles desde una perspectiva transdisciplinaria. Así, se dieron pasos significativos que deben ser asumidos por las IES con el fin de optimizar procesos institucionales y académicos que fomenten una real innovación educativa.

La resolución de problemas en organizaciones inteligentes destaca cómo estas pueden utilizar la IA para enfrentar desafíos complejos de forma más eficiente y dinámica. Las organizaciones inteligentes se caracterizan por el análisis de datos en tiempo real, el uso de IA para identificar problemas y oportunidades de mejora con mayor rapidez y precisión, así como la implementación de IA en procesos operativos, entre otros. En este sentido, promover que una IES se convierta en una

organización inteligente mediante el uso de IA permitirá personalizar experiencias tanto en el ámbito administrativo como en el académico, facilitando la innovación y la adaptación en la toma de decisiones, y mejorando la eficacia y eficiencia institucional.

En este contexto, la implementación de estrategias para fomentar la alfabetización digital en IA resalta la importancia de formar tanto a docentes como a estudiantes en competencias digitales. Esto permitirá integrar la IA en los currículos y desarrollar una mayor conciencia sobre su uso ético y responsable, abordando temas como la privacidad de datos y el impacto social de las tecnologías. Una adecuada alfabetización digital posibilita un uso efectivo de las tecnologías y sus herramientas, ya que va más allá del manejo básico de dispositivos: Implica desarrollar habilidades para acceder, interpretar y crear contenido digital de forma crítica y ética, así como comunicarse y colaborar en diversos entornos digitales.

El uso de herramientas de IA para mejorar procesos educativos, como Aurel_IA: LLM para brindar información sobre la oferta educativa en la PUCE, representa un paso positivo hacia la transformación digital y la mejora de los servicios de la IES. Aunque la propuesta busca democratizar el acceso a la información, es fundamental que esta se mantenga actualizada y sea realmente inclusiva. En este sentido, fomentar la transparencia y la seguridad de los datos es esencial, ya que promueve la confianza en el sistema y la mejora continua de los procesos institucionales.

Asimismo, la exposición titulada *Retroalimentación académica en la era de la IA: Bots de calificación automática* mostró cómo esta tecnología puede aliviar la carga administrativa de los docentes al calificar tareas y exámenes de manera instantánea, brindando retroalimenta-

ción inmediata y personalizada a los estudiantes. No obstante, se enfatizó la necesidad de equilibrar la automatización con la intervención humana, especialmente en evaluaciones más subjetivas, como ensayos y proyectos creativos.

El último aporte del I Panel Integrado Interactivo, *TIC, TAC y TEP integradas con herramientas de IA para afiches críticos, reflexivos y participativos*, abordó cómo las TIC, TAC y TEP pueden integrarse con IA para fomentar la reflexión crítica y la participación activa del estudiantado. Esta propuesta facilita la creación de entornos participativos donde los estudiantes pueden co-crear contenido, reflexionar sobre problemáticas sociales y expresar sus ideas de manera visual y creativa. Este proceso contribuye no solo al fortalecimiento de habilidades técnicas, sino también al desarrollo de competencias reflexivas y colaborativas.

En síntesis, el I Panel Integrado Interactivo del *Workshop INCOIN* dejó en claro que la IA tiene el potencial de transformar radicalmente la educación. Desde la automatización de tareas administrativas hasta el fortalecimiento de competencias críticas y reflexivas, la IA ofrece una amplia gama de oportunidades para mejorar los procesos educativos. Sin embargo, también se subrayó la importancia de garantizar un uso ético y responsable de estas tecnologías, así como la necesidad de una capacitación continua para docentes y estudiantes. Es importante destacar que los asistentes reconocieron la claridad de las exposiciones y el valor práctico de las herramientas presentadas. Algunos sugirieron la inclusión de más ejemplos de uso real de estas tecnologías en instituciones educativas locales, así como la ampliación del debate sobre los desafíos éticos que implica la integración de la IA en la educación.

Post-Memorias: Workshop INCOIN–Edición PUCE ***Panel Interactivo Integrado – Bloque I – Capítulo I.2***

Participantes

Jorge E. Sagula¹²³⁴, Rolando Mantilla⁵, Andrés Merino⁶, Mario E. Cueva⁷, Rafael Lorenzo Martín⁸⁹, Marcel D. Pochulu¹⁰¹¹, Rafael Melgarejo Heredia¹², Ittalia E. Vattuone Granda¹³, Lyl Ciganda¹⁴.

¹División Matemática y División Estadística, Departamento Ciencias Básicas, UNLu, Argentina.

²Director del equipo COIN, Departamento de Ciencias Básicas, UNLu, Argentina.

³Asesor del rectorado, UNLu, Argentina.

⁴CEO y consultor-investigador, INCOIN *LEARNING*.

⁵Docente, Carrera de Ciencia de Datos, Dominio 4 (Manejo Sostenible de Recursos Naturales), PUCE, Ecuador.

⁶Coordinador de la Escuela de Ciencias Físicas y Matemáticas, docente agregado I y Dominio 4 (Manejo Sostenible de Recursos Naturales), PUCE, Ecuador.

⁷Docente, Escuela de Ciencias Físicas y Matemática, Dominio 4 (Manejo Sostenible de Recursos Naturales) PUCE, Ecuador.

⁸Dirección de Ciencia, Tecnología e Innovación, Vicerrectoría de Investigación y Posgrado, Universidad de Holguín, Cuba. Departamento Licenciatura en Matemática, Facultad de Informática, Matemática y Ciencias de la Información Universidad de Holguín, Cuba.

Consultor-investigador, INCOIN *LEARNING*.

¹⁰Profesor titular, Universidad Nacional de Villa María, Argentina, Profesor Titular, Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Villa María, Argentina.

¹¹Miembro equipo COIN, DCB, UNLu, Argentina.

¹²Decano, Facultad Internacional de Innovación PUCE, Ecuador.

¹³Coordinadora de Innovación y Desarrollo Docente, PUCE, Ecuador.

¹⁴Directora de la carrera Inteligencia Artificial y Ciencia de Datos, Universidad Católica del Uruguay, Uruguay.

Resumen

Este texto corresponde al Panel Interactivo Integrado – Bloque I, Capítulo I.2 del compendio *Post-Memorias: Workshop INCOIN-Edición PUCE*, en el cual se desarrollaron cinco conferencias, cuyo orden, en términos del hilo conceptualizado, se expone a continuación:

- *IA aplicada al análisis y predicción de la deserción estudiantil*, a cargo de Rolando Mantilla.
- *Integración de ChatGPT en la metodología de aula invertida*, a cargo de Andrés Merino.
- *¿Cómo evaluar el conocimiento de ChatGPT sobre el álgebra lineal?*, a cargo de Mario E. Cueva.
- *Inteligencia artificial: enfoque desde la optimización del aprendizaje de la matemática*, a cargo de Rafael Lorenzo Martín.
- *Modelización, redes sociales y ChatGPT: ¿Cómo integrar la tecnología en educación?*, a cargo de Marcel D. Pochulu.

En este bloque, Lyl Ciganda, en su rol de presentadora-modera-

dora refleja los intercambios, las reflexiones y la integración cognitiva que constituyen el espacio apropiado para verter las nuevas ideas que se irán develando con el paso del tiempo. En este bloque, el hilo conductual ha enhebrado la aplicación de la IA, en el marco puntual de la IAG, en el ámbito educativo. Se abordaron temáticas que van desde la optimización del aprendizaje de la matemática hasta la comprensión del álgebra lineal y la evaluación de modelos vinculados al aprendizaje de dichos contenidos, así como la modelización integrada con redes sociales como herramientas de construcción cognitiva mediada por ChatGPT. Todo ello orientado a la mejora de la construcción del conocimiento, con especial énfasis en el desarrollo del pensamiento crítico y en el uso de la IA para el análisis y la predicción de la deserción estudiantil.

Palabras clave: IA, deserción estudiantil, modelización, enseñanza-aprendizaje, aula invertida, ChatGPT, evaluación de performance, optimización, redes sociales

Mirada interdisciplinar y transdisciplinar del director científico

El Bloque I, en su Capítulo I.2, comenzó a transitar el camino de la IA en la integración de procesos educativos, abordándola desde distintas aristas. No obstante, el énfasis se centró, fundamentalmente, en el campo de la IAG, no solo en beneficio de los estudiantes, sino también en el espectro organizacional de las instituciones educativas.

La primera disertación, a cargo de Rolando Mantilla, titulada *Inteligencia Artificial aplicada al análisis y predicción de la deserción estudiantil*, se focalizó en la descripción de experiencias en distintos periodos académicos en la PUCE. Desde su visión como docente de la carrera de Ciencia de Datos, presentó diversas instancias construidas mediante algoritmos de *deep learning* (aprendizaje profundo), evaluando su aplicabilidad para determinar si la IA constituye una metodología superior. Algunos de estos modelos incluían mecanismos de almacenamiento en memoria de corto y largo plazo, estableciendo comparaciones entre ambos.

Cabe señalar que esta problemática ha sido elaborada desde hace más de cuarenta años, inicialmente mediante los DDS, en combinación con sistemas expertos (SE) y sistemas basados en conocimiento. A inicios del siglo XXI, el campo se enriqueció con modelos provenientes del *data mining*.

Más allá de la construcción de los modelos de análisis y predicción basados en estadística y probabilidad, es crucial incorporar modelos de decisión multiobjetivo y multicriterio. Esta integración disciplinaria permite evaluar el fenómeno desde una perspectiva más amplia, en procura de la optimización sin desatender ninguna dimensión. En efecto, la comparación a través de metodologías de análisis de conglomerados (*clustering*) posibilita obtener descripciones más ajustadas, siempre que se definan apropiadamente los conceptos involucrados.

La segunda disertación, a cargo de Andrés Merino, titulada *Integración de ChatGPT en la metodología de aula invertida*, se basó en un trabajo de campo desarrollado como parte de un proyecto de investigación en la Escuela de Ciencias Físicas y Matemáticas de la PUCE, donde se desempeña como coordinador. Dedicó una parte importante de su presentación a la descripción de la metodología de aula invertida, la cual adquirió relevancia durante la pandemia de COVID-19. Bajo criterios adecuados, esta metodología permite transformar la experiencia educativa, ajustando el aprendizaje a características más personalizadas. Desde los fundamentos de la IA, partiendo de la representación mediante *frames*, se introdujo el formalismo de *scripts*, útil en la modelización de usuarios y con aplicaciones que se extienden incluso al análisis de redes sociales.

Posteriormente, Merino orientó su modelización hacia la enseñanza del álgebra lineal en la carrera de Ciencia de Datos, haciendo énfasis en la construcción precisa de *prompts*.

La tercera presentación, a cargo de Mario E. Cueva, titulada *¿Cómo evaluar el conocimiento de ChatGPT sobre álgebra lineal?*, estuvo estrechamente ligada con la exposición de Andrés Merino, ya que ambos trabajan en el mismo proyecto de investigación y comparten la do-

cencia en la asignatura de Álgebra Lineal. Cueva centró su exposición en la evaluación de las respuestas generadas por ChatGPT mediante *prompts* específicos, con el fin de identificar sus limitaciones al abordar temáticas concretas de la materia.

Desde mi análisis, en primer lugar, subrayé la necesidad —no solo en procesos educativos— de recordar que los modelos son consecuencia de los objetos de estudio, y no a la inversa, para evitar construcciones artificiales que, en la práctica, no reflejan la realidad. Además, es fundamental presentar alternativas de modelización y evaluación adaptadas a las características del objeto de estudio, para evitar repeticiones innecesarias o el uso de algoritmos sin comprender a fondo su contenido matemático.

La cuarta disertación, presentada por Rafael Lorenzo Martín, titulada *Inteligencia artificial: enfoque desde la optimización de la matemática*, abordó aspectos relacionados con la evolución de la IA, destacando modelos bioinspirados derivados de la emulación cerebral. Realizó un recorrido por las redes neuronales desde sus inicios, con el perceptrón de Rosenblatt (1958), pasando por el ML y deteniéndose en el *deep learning* (DL), con implicaciones en metodologías STEM (*Science, Technology, Engineering and Mathematics*) y su evolución hacia STEAM (*Science, Technology, Engineering Arts and Mathematics*).

Hizo hincapié en la integración de estas metodologías mediante técnicas y herramientas provenientes de la IA, orientadas tanto al aprendizaje y comprensión de la matemática como a la resolución de problemas complejos en el campo, todo ello desde una perspectiva de optimización.

Adicionalmente, Rafael Lorenzo Martín resaltó dos temas cruciales: La ética en el uso de la IA y su aplicación dentro de un marco

de responsabilidad social. Su enfoque propone un doble recorrido: La IA al servicio de STEAM y viceversa, en una visión no solo interdisciplinaria, sino también transdisciplinaria. Esta perspectiva abre múltiples interrogantes tanto desde el perfil educativo como desde el de la resolución de problemas complejos. Por este motivo, el abordaje de la metodología de aprendizaje basado en proyectos, enfocado en la gestión con IA, requiere un tratamiento aparte.

La quinta disertación estuvo a cargo de Marcel D. Pochulu, titulada *Modelización, redes sociales y ChatGPT: ¿Cómo integrar la tecnología en educación?*, comenzó subrayando la importancia de la modelización en general, y particularmente en las ciencias matemáticas, diferenciando entre situaciones intramatemáticas y extramatemáticas. Su foco estuvo en la formación docente, destacando cómo los profesores son clave en la transmisión del conocimiento desde los primeros niveles escolares.

Se refirió a diversos escenarios educativos, incluyendo referencias curriculares nacionales, y descubrió el contexto ecuatoriano. Desde esta base, abordó la educación matemática como un campo de confluencia de modelos, destacando cómo las redes sociales —con un uso adecuado— pueden mejorar la comprensión de contenidos disciplinares específicos. A partir de este punto, introdujo el uso de la IAG, representada por ChatGPT y tecnologías afines, como herramientas que facilitan el aprendizaje semisupervisado. Su propuesta enfatiza que los estudiantes no deben sustituir sus ideas con resultados generados por IA, sino que deben usarla para corregir errores, mejorar su escritura, y afinar sus búsquedas a través del uso estratégico de *prompts*, promoviendo así un aprendizaje más autónomo y profundo.

Las ideas centrales de la conferencia de Marcel D. Pochulu son especialmente relevantes en el contexto actual, donde las situaciones

extramatemáticas pueden comprenderse mejor gracias al conocimiento contextual. En este sentido, las redes sociales constituyen un puente adecuado para construir procesos de interpretación y modelización matemática, los cuales son tanto refrendados como potenciados por la IAG, incluyendo tecnologías de procesamiento de texto, imágenes e interacción. Además, el orden expositivo o incluso su inversión puede contribuir a la mejora de los procesos de aprendizaje, que constituye el eje central de nuestra labor investigativa.

A modo de síntesis, y en mi carácter de director científico, si bien fui integrando los aportes de los cinco disertantes, resulta evidente que todos convergieron en el uso intensivo de la IAG. Esta se presentó como herramienta en procesos de enseñanza, evaluación y análisis prospectivo de la educación a corto y mediano plazo, particularmente en lo relativo a la deserción estudiantil. Asimismo, fue abordada desde su aplicación en el modelado y la optimización en áreas matemáticas. Por esta razón, la inclusión de estas temáticas en el presente bloque fue pertinente, aun cuando los disertantes no coordinaron previamente sus presentaciones.

En conclusión, la IAG se muestra como un camino viable para abordar los temas desarrollados. No obstante, debe subrayarse la importancia del conocimiento disciplinar de base, como condición para alcanzar una verdadera integración interdisciplinaria, y en última instancia, transdisciplinaria.

Visión integrada del codirector científico

En este Panel Integrado Interactivo se brindó una visión interdisciplinaria sobre cómo la IAG está transformando la educación.

Contextualmente, las presentaciones abordaron la aplicación de la IAG en la predicción de la deserción estudiantil, el aprendizaje personalizado, la enseñanza de la matemática y el uso de redes sociales. Se resaltó cómo los LLM, como las redes neuronales recurrentes (RNN, por sus siglas en inglés) y las redes con memoria de corto-largo plazo (LSTM, por sus siglas en inglés), permiten procesar grandes volúmenes de datos y generar predicciones precisas.

Para la predicción de deserción estudiantil, se utilizaron modelos de aprendizaje profundo sobre datos demográficos, académicos y sociales de los estudiantes. En la presentación sobre aula invertida con ChatGPT, se discutió cómo este modelo actúa como un tutor virtual que facilita el aprendizaje autónomo previo a las clases presenciales. Para ello, los estudiantes interactúan con *prompts* diseñados para optimizar la comprensión de conceptos complejos, como en la asignatura de álgebra lineal.

En relación con la optimización del aprendizaje matemático, se evidenció cómo la integración de la IAG en la enseñanza de la matemática permite personalizar el aprendizaje, reducir la brecha de comprensión y mejorar la motivación estudiantil. Finalmente, respecto a las redes sociales, se discutió cómo la tecnología fomenta la creación de escenarios simulados que enriquecen la comprensión y aplicabilidad de conceptos matemáticos en contextos reales.

En cuanto a los riesgos, se retomaron temas ya abordados en el Capítulo I.1, tanto de índole ética como técnica, incluyendo la capacitación docente y la dependencia tecnológica, tanto a nivel institucional-docente como del propio estudiante. Además, se analizó la relevancia cultural, ya que los problemas generados por la IAG pueden carecer de un contexto significativo, lo cual dificulta la motivación y el aprendizaje profundo.

Entre las recomendaciones, se propuso fomentar la personalización del aprendizaje mediante el desarrollo de algoritmos que adapten el contenido educativo a las necesidades individuales de los estudiantes. Otra recomendación fue procurar el acceso equitativo a herramientas tecnológicas y promover la colaboración interdisciplinaria. Finalmente, se destacó la necesidad de establecer marcos regulatorios claros para proteger la privacidad y mitigar los sesgos generados por los algoritmos de ML.

***IA aplicada al análisis y predicción de la
deserción estudiantil
Rolando Mantilla***

Esta disertación expone los avances del grupo de investigación del cual formo parte, en el análisis de esta problemática en la PUCE. El trabajo presenta la experiencia en la aplicación de distintas técnicas de ML y DL para construir un conjunto de modelos predictivos que permitan anticipar la deserción, y analizar factores personales, familiares, institucionales y académicos asociados a la misma. El conocimiento generado en este proceso puede contribuir a la formulación de políticas orientadas a mitigar esta problemática.

Este estudio se enmarca en la investigación previa titulada *¿What factors are relevant to understanding dropout? Analysis at a co-financed university in Ecuador and policy implications* (Buenaño, Beletanga, & Mancheno, 2024), la cual contextualiza el problema, identifica diversos factores y propone acciones y políticas para reducir la deserción universitaria.

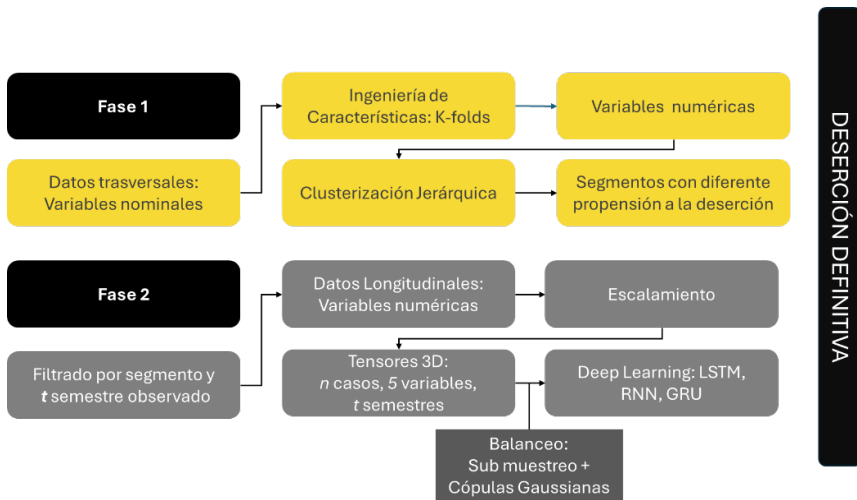
A nivel mundial, el acceso a la educación superior ha aumentado significativamente; sin embargo, las tasas de deserción se han mantenido o incluso incrementado. Se estima que, en la última década, solo la mitad de los estudiantes universitarios en América Latina logra obtener un título. Este fenómeno pone en manifiesto problemas estructurales en los sistemas de educación superior.

La deserción universitaria tiene consecuencias negativas para los estudiantes, las universidades y la sociedad en general. Este problema perpetúa el círculo de la pobreza, incrementa las tasas de desempleo y subempleo, y disminuye los índices de eficiencia y calidad educativa, además de tener importantes implicaciones económicas. En Ecuador, la deserción universitaria es un problema poco estudiado.

En este contexto, los esfuerzos dirigidos a comprender esta problemática y construir herramientas basadas en IA para mitigarla pueden ser de gran valor. En un entorno donde es crucial apoyar a los estudiantes, estas iniciativas permiten optimizar la asignación de recursos para su acompañamiento.

Como punto de partida, se consideró una base de datos de 6.099 estudiantes observados a lo largo de distintos semestres y cohortes, con variables como: sexo, facultad, nivel educativo de los padres, tipo de colegio, si provienen de otra provincia, edad y experiencia promedio del profesor, promedio de calificaciones, número de créditos y materias, así como una marca que indica si desertaron o no. Este conjunto incluye variables nominales invariantes en el tiempo y variables numéricas longitudinales.

La construcción del modelo predictivo se realizó en dos fases, según se ve en la Ilustración 1. Fases de Modelamiento



En general, se trata de llevar a cabo una integración de los tipos de datos, haciendo que en la Fase 1 las variables nominales sean transformadas, mediante la técnica de ingeniería de características *K-Fold*, en variables numéricas que recogen la importancia de las características de los estudiantes en la deserción. Esta transformación permitió, en un primer ejercicio, la conformación de dos segmentos. El primero, con menor propensión a la deserción (Segmento B), agrupa a estudiantes que presentan condiciones más favorables, como vivir en la misma ciudad donde estudian o tener padres con mayor nivel educativo, entre otras características. El segundo conjunto (Segmento A) agrupa a estudiantes que no presentan estas condiciones favorables. Esto es consistente con la investigación base de este estudio.

Así, se puede integrar el proceso de modelamiento a una Fase 2, en la que se construyen modelos predictivos específicos para cada segmento y según el número de semestres en los que se haya matriculado

el estudiante, permitiendo analizar el comportamiento académico y su evolución durante estos semestres.

Finalmente, sobre estos datos que representan una evolución temporal, se utilizan los métodos de RNN, LSTM y unidades recurrentes empaquetadas (GRU, por sus siglas en inglés), algunos algoritmos de DL basados en redes neuronales que presentan características como la memoria (*AIML: Machine Learning Resources, 2024*), lo cual permite predecir si un estudiante, según su segmento y trayectoria, podría desertar.

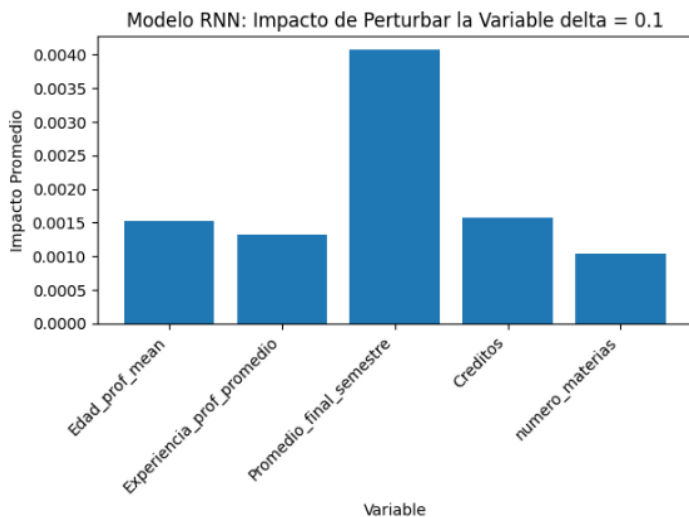
Como se mencionó, el modelamiento involucra el entrenamiento de modelos predictivos específicos por segmentos —de la Fase 1— y también según el número de semestres observados. Así, por ejemplo, para los estudiantes observados hasta el quinto semestre, se obtiene las mediciones de desempeño de los modelos (véase la Ilustración 1) y un análisis de sensibilidad respecto de las variaciones de las variables en la deserción.

Ilustración 2. Medidas de desempeño del modelo

Data Original		Balanceada	
Casos	1.475	Casos	444
No desertores	1.459	No desertores	292
Desertores	16	Desertores	152

Modelo	Unidades	Épocas	Medida	Train	Test
RNN	50	30	Balanced Accuracy	0,9832	0,915
			F1-Score	0,9829	0,903
			AUC- Score	0,9997	0,960
LSTM	50	30	Balanced Accuracy	0,9579	0,906
			F1-Score	0,9524	0,888
			AUC- Score	0,9933	0,941
GRU	50	30	Balanced Accuracy	0,9642	0,915
			F1-Score	0,9572	0,903
			AUC- Score	0,9965	0,947

Ilustración 3. Sensibilidad a cambios en las variables



Las medidas de desempeño mejoran conforme se dispone de más información: para el primer semestre (sin historial), la precisión varía entre 78 % y 87 %, tanto en los conjuntos de entrenamiento como de prueba; para el tercer semestre, entre el 80 % y el 91 %; y para el quinto semestre, entre 91 % y 98 %. Cabe mencionar que la muestra de estudiantes más allá del quinto semestre presenta escasos casos de deserción, lo cual complica la aplicación de estos modelos; por esta razón, no se los ha analizado en esta etapa del estudio.

En cuanto al análisis de sensibilidad de las variables, se identifican distintos impactos sobre la deserción, los cuales se detallan en la sección de conclusiones.

Conclusiones

- La segmentación en los grupos A y B para estudiantes, conforme a su propensión a la deserción, es consistente con el estudio de base (Buenaño, Beletanga, & Mancheno, 2024).
- Para la segmentación A, los modelos secuenciales se comportan de manera similar. Se observa que, mientras mayor sea el historial disponible, mejor es el desempeño de los modelos.
- Los modelos presentan características favorables en sus indicadores de rendimiento para la detección de casos de deserción y no tienden al sobreentrenamiento.
- En el Segmento A, se observa que las características que impactan en la deserción varían con el tiempo:
 - En primer semestre, las notas tienen mayor peso.
 - En los semestres tercero y cuarto, cobra relevancia la interacción con el profesor y su experiencia.
 - Hacia el quinto semestre, influye la cantidad de créditos matriculados.
 - A partir del sexto semestre, se registran muy pocos casos de deserción.
- Para el Segmento B, donde la propensión a la deserción es mayor, se observa un menor desempeño de los modelos:
 - Estos modelos tienden al sobreentrenamiento, lo que encarece su calibración.
- En el Segmento B, también se observa que las características que impactan en la deserción varían con el tiempo:
 - En el primer semestre, las notas son determinantes.
 - En los semestres tercero y cuarto, la interacción con el profesor y la edad del estudiante cobran relevancia.

- Hacia el quinto semestre, predomina la tendencia del desempeño académico.

Referencias

- AIML: Machine Learning Resources. (2024, marzo 5). *Compare the sequence models (RNN, LSTM, GRU and transformers)*. <https://aiml.com/compare-the-different-sequence-models-rnn-lstm-gru-and-transformers/>
- Buenaño, E., Beletanga, M., & Mancheno, M. (2024). What factors are relevant to understanding dropout? Analysis at co-financed university in Ecuador and policy implications, using survival Cox models. *Journal of Latinos and Education*, 1400-1415.

Integración de ChatGPT en la metodología de aula invertida

Andrés Esteban Merino

Esta disertación aborda la integración de ChatGPT, un modelo de lenguaje avanzado desarrollado por OpenAI, dentro de la metodología de aula invertida, específicamente aplicada a la enseñanza de álgebra lineal en la carrera de Ciencia de Datos de la PUCE. El enfoque central de esta investigación es cómo la interacción guiada entre estudiantes y ChatGPT antes de las sesiones presenciales puede transformar la experiencia educativa, promoviendo un aprendizaje más personalizado y activo, facilitando la comprensión de conceptos complejos.

La metodología de aula invertida tradicionalmente implica que los estudiantes accedan a los contenidos de la asignatura antes de la clase, lo que les permite dedicar el tiempo en el aula a actividades prácticas y resolución de problemas (Altemueller & Lindquist, 2017). En este contexto, ChatGPT se introduce como una herramienta que acompaña y potencia esta fase previa, brindando explicaciones detalladas y adaptadas a las necesidades individuales de los estudiantes. Con este propósito, se diseñaron una serie de *prompts* específicos para guiar la interacción con el modelo de lenguaje. Uno de los *prompts* clave utilizados fue: “Vas a ser mi profesor de la asignatura de álgebra lineal. Te iré dando indicaciones y me irás explicando de manera formal lo que te pida. Vas a tener mucho cuidado al escribir la parte matemática

para que se visualice bien. Sé divertido. ¿Entendido?”. Este *prompt* no solo establece una relación educativa entre el estudiante y el modelo, sino que también asegura que las respuestas sean claras y visualmente accesibles gracias al uso de código LaTeX, crucial para la comprensión de las matemáticas avanzadas.

La incorporación de LaTeX en las respuestas permite una presentación matemática precisa y facilita el aprendizaje de conceptos que, de otro modo, podrían resultar abstractos y difíciles de visualizar (Bahls & Wray, 2015).

Además, se incentiva a los estudiantes a formular sus propias preguntas durante la interacción, lo cual les permite personalizar su proceso de aprendizaje en función de sus dudas e intereses particulares. Esta personalización es un aspecto central del enfoque, ya que posibilita que los estudiantes avancen a su propio ritmo y profundicen en los temas que les resultan más desafiantes. La flexibilidad y adaptabilidad de ChatGPT para responder a una amplia gama de consultas lo convierte un aliado valioso en la educación personalizada (Yandola, 2023).

Durante la implementación de esta metodología, no se efectuó una medición cuantitativa formal del impacto en el rendimiento académico de los estudiantes. Sin embargo, se recogieron datos cualitativos mediante comentarios y encuestas de satisfacción en clase. Estos comentarios revelaron que la mayoría de los estudiantes valoró positivamente esta nueva forma de interacción, destacando sentirse más motivados y comprometidos con su propio aprendizaje.

Inicialmente, el diseño de la metodología no contemplaba el uso de videos como complemento de las interacciones con ChatGPT. Sin embargo, en respuesta a la retroalimentación estudiantil, se incorporaron videos

instructivos que reforzaron la adquisición de conceptos, especialmente en temas complejos como el cálculo de valores y vectores propios en matrices. Esta adaptación demuestra la flexibilidad del enfoque para ajustarse a las necesidades y preferencias de los estudiantes, mejorando así la efectividad del aprendizaje (Zhang, Zhou, Briggs, & Nunamaker, 2006).

Es importante destacar que durante la implementación de esta metodología no se presentaron problemas significativos relacionados con el acceso a recursos tecnológicos, lo que permitió una ejecución fluida. Este factor es esencial para la viabilidad del proyecto, ya que la disponibilidad de tecnología constituye un requisito fundamental para el éxito de este tipo de innovaciones educativas. En cuanto a la sostenibilidad y escalabilidad del enfoque, se considera viable su aplicación en otros cursos o contextos educativos. La experiencia acumulada permite no solo replicar el método, sino también perfeccionarlo y estandarizar los *prompts* para una amplia variedad de asignaturas, facilitando su adopción por parte de otros docentes y en distintas disciplinas.

El trabajo en torno a la integración de ChatGPT en la metodología de aula invertida aborda de forma directa un desafío contemporáneo en el campo de la educación: la incorporación de herramientas tecnológicas avanzadas para transformar el proceso de enseñanza-aprendizaje. Esta temática se sitúa en una intersección multidisciplinaria donde convergen la IA, la pedagogía moderna, la psicología educativa y la tecnología aplicada a la educación. La aplicación de modelos de lenguaje como ChatGPT en el ámbito académico trasciende la enseñanza propiamente dicha y plantea interrogantes y oportunidades sobre cómo las tecnologías emergentes pueden influir en la forma en que se estructuran las interacciones humanas en contextos educativos.

Uno de los aspectos más relevantes de este trabajo es la transversalidad de la IA en la educación. En particular, ChatGPT no solo ofrece soporte en la enseñanza de disciplinas técnicas como las matemáticas o ciencias, sino que también posee potencial en las ciencias sociales, las humanidades y las ciencias aplicadas. Su capacidad de adaptación a las necesidades particulares de cada estudiante permite ajustar los contenidos educativos de manera automática y continua, según el nivel de comprensión individual. Esta adaptabilidad genera nuevas dinámicas pedagógicas que impactan tanto en la forma en que se imparten los contenidos como en la manera en que los estudiantes los asimilan, estableciendo conexiones directas con el desarrollo tecnológico y su impacto en diversas áreas (Sapci & Sapci, 2020).

La metodología de aula invertida, fundamentada en la pedagogía constructivista, se alinea con los enfoques educativos actuales que buscan fomentar la autonomía del estudiante y la construcción de conocimiento a partir de experiencias prácticas. El uso de tecnologías como ChatGPT refuerza estos principios, brindando a los estudiantes una plataforma para interactuar con los contenidos de manera personalizada y obtener retroalimentación inmediata. Esto es particularmente útil en disciplinas que requieren pensamiento crítico y reflexivo, como las ciencias sociales y las humanidades, donde la discusión, el análisis crítico y la resolución de problemas son fundamentales (Nind, Holmes, Insenga, Lewthwaite, & Sutton, 2019).

A medida que las instituciones educativas buscan implementar tecnologías avanzadas para mejorar la eficiencia y efectividad de la enseñanza, surge la necesidad de explorar cómo estas herramientas pueden aplicarse de forma interdisciplinaria. En campos como la biotecnología, por ejemplo, ChatGPT podría utilizarse para generar explicaciones de

talladas y adaptadas sobre conceptos complejos como la manipulación genética o el análisis de datos genómicos, facilitando el aprendizaje en áreas que requieren una comprensión técnica profunda. De manera similar, en el ámbito de la ingeniería, el uso de la IA puede ayudar a los estudiantes a desarrollar habilidades de resolución de problemas mediante la simulación y el modelado de escenarios, proporcionando un enfoque más práctico y experimental que el aprendizaje teórico tradicional (Rahm, 2021).

Este desarrollo se enmarca en una visión interdisciplinaria que conecta con otros estudios presentados en este panel del *Workshop INCOIN*. Se destacó la importancia del pensamiento computacional y el análisis de datos en la educación moderna, reconociendo que el pensamiento computacional permite a los estudiantes descomponer problemas complejos, crear algoritmos y comprender la abstracción; mientras que el análisis de datos resulta fundamental para interpretar la información y tomar decisiones basadas en evidencia. Estas competencias son esenciales en el contexto educativo actual, ya que preparan a los estudiantes para enfrentar los desafíos de un mundo cada vez más digital y orientado a los datos (Lockwood & Mooney, 2018).

La incorporación de herramientas de IA en el aula invertida no solo facilita el acceso a la información, sino que también genera datos valiosos sobre el proceso de aprendizaje. Esto permite a los docentes realizar un seguimiento más preciso y adaptar las estrategias pedagógicas en función de las necesidades individuales de cada estudiante.

Al integrar asistentes virtuales en la metodología de aula invertida, se puede contribuir a disminuir la deserción estudiantil al ofrecer un apoyo adicional y personalizado que incrementa el compromiso y la motivación del estudiante. La IA puede monitorear el progreso académico,

analizar factores como la asistencia, el rendimiento en actividades, el tiempo de dedicación y la participación, y alertar a los docentes sobre posibles riesgos, facilitando intervenciones oportunas y dirigidas. Además, la capacidad de la IA para identificar patrones en el comportamiento estudiantil permite desarrollar estrategias de apoyo adaptativas, que pueden implementarse de forma automatizada mediante sugerencias y recursos ajustados a las áreas en las que cada estudiante requiere mayor acompañamiento (Chung & Lee, 2019).

En lo referente a estrategias para mejorar el aprendizaje de las matemáticas a través de la optimización con IA, la personalización del aprendizaje y la identificación de áreas de mejora son aspectos que se potencian al utilizar asistentes virtuales, pues pueden adaptarse al nivel y ritmo de cada estudiante, ofreciendo explicaciones y ejercicios acordes a sus necesidades. Estos asistentes virtuales pueden analizar el desempeño de los estudiantes en tiempo real, identificar patrones de errores comunes y sugerir actividades específicas para fortalecer las áreas de mayor dificultad. Además, permiten una retroalimentación inmediata, situación clave para que los estudiantes puedan corregir sus errores y mejorar continuamente. Esto es particularmente útil en disciplinas como las matemáticas, donde los estudiantes suelen enfrentar dificultades y requieren un mayor apoyo individualizado, permitiendo un enfoque más detallado y centrado en sus necesidades específicas (Hwang & Tu, 2021).

La relación entre la tecnología emergente y las prácticas educativas actuales se manifiesta en la posibilidad de integrar herramientas como la modelización, las redes sociales y los asistentes virtuales en los procesos formativos. La integración de ChatGPT en el aula invertida es un ejemplo tangible de cómo las herramientas digitales pueden revolucionar la forma en que se enseña y se aprende, al permitir una interac-

ción constante y personalizada que facilita la comprensión de conceptos complejos. Al estar los estudiantes familiarizados con las redes sociales y las interacciones en línea, el uso de un asistente virtual puede resultarles más atractivo y cercano, facilitando la adopción de nuevas metodologías. Esta familiaridad con el entorno digital hace que la transición hacia el uso de tecnologías avanzadas en el proceso educativo sea más fluida, motivando a los estudiantes a participar activamente y a ser más autónomos en su aprendizaje. Además, estas herramientas promueven un aprendizaje basado en la práctica y la experimentación, elementos clave para afianzar el conocimiento y desarrollar competencias transversales como la resolución de problemas y el pensamiento crítico (Gubareva & Lopes, 2020).

La integración de asistentes virtuales basados en IA en la metodología de aula invertida enriquece el proceso educativo y contribuye a la democratización del conocimiento. Al ofrecer acceso a recursos y asistencia personalizada, estas herramientas permiten disminuir las brechas educativas y fomentar la igualdad de oportunidades entre los estudiantes. En este sentido, la IA facilita que estudiantes de diversos contextos y capacidades reciban una educación más adaptada a sus necesidades individuales, lo que brinda una mayor flexibilidad en sus procesos de aprendizaje y, por ende, una mejor respuesta a los desafíos que enfrentan en su formación. Este enfoque personalizado es crucial para asegurar que el progreso educativo no esté limitado por diferencias de nivel o recursos disponibles, favoreciendo una experiencia educativa más inclusiva.

No obstante, la integración de estas tecnologías debe ser abordada con una visión crítica y responsable. Como señalan diversos estudios, la IA presenta limitaciones importantes y plantea desafíos tanto éticos como pedagógicos. Un ejemplo de ello es la necesidad de supervisar y

validar la información proporcionada por los asistentes virtuales, ya que su uso excesivo o sin control podría derivar en la transmisión de contenidos erróneos o descontextualizados. En este sentido, el rol del docente es insustituible, pues su intervención garantiza que la IA funcione como un complemento en el proceso de enseñanza y no como un sustituto de la interacción humana. La mediación docente es esencial para aprovechar al máximo las ventajas de la IA sin perder de vista la dimensión humana del aprendizaje, que sigue siendo fundamental para la formación integral de los estudiantes.

El uso de IA en la educación plantea preocupaciones significativas en cuanto a la privacidad y el manejo de los datos de los estudiantes. Es imperativo que las instituciones educativas establezcan protocolos claros y políticas rigurosas que garanticen la protección de la información personal y el uso ético de los datos generados por estas tecnologías. Además, para que la IA logre su potencial transformador en el ámbito educativo, es necesario brindar una capacitación constante a los docentes y realizar investigaciones que evalúen el impacto real de estas herramientas en el rendimiento académico y la motivación estudiantil. La educación está en un momento de cambio profundo, y la IA puede desempeñar un papel clave en la construcción de un futuro más equitativo y accesible, siempre que sea implementada con ética, responsabilidad y un enfoque centrado en el ser humano.

Referencias

Altemueller, L., & Lindquist, C. (2017). Flipped classroom instruction for inclusive learning. *British Journal of Special Education*, 44(3), 341-358. <https://doi.org/10.1111/1467-8578.12177>

- Bahls, P., & Wray, A. (2015). LaTeXnics: The effect of specialized typesetting software on STEM students' composition processes. *Computers and Composition*, 37, 104-116. <https://doi.org/10.1016/j.compcom.2015.06.006>
- Chung, J., & Lee, S. (2019). Dropout early warning systems for high school students using machine learning. *Children and Youth Services Review*. <https://doi.org/10.1016/j.childyouth.2018.11.030>
- Gubareva, R., & Lopes, R. P. (2020). Virtual assistants for learning: A systematic literature review. (pp. 97-103). <https://doi.org/10.5220/0009417600970103>
- Hwang, G.-J., & Tu, Y. (2021). Roles and research trends of artificial intelligence in mathematics education: A bibliometric mapping analysis and systematic review. *Mathematics*. <https://doi.org/10.3390/math906058484>
- Lockwood, J., & Mooney, A. (2018). Computational thinking in secondary education: Where does it fit? A systematic literary review. *International Journal of Computer Science Education in Schools*, 2(1), 41-60. <https://doi.org/10.21585/ijcses.v2i1.26>
- Nind, M., Holmes, M., Insenga, M., Lewthwaite, S., & Sutton, C. (2019). Student perspectives on learning research methods in the social sciences. *Teaching in Higher Education*, 25(7), 797-811. <https://doi.org/10.1080/13562517.2019.1592150>
- Rahm, L. (2021). Education, automation and AI: a genealogy of alternative futures. *Learning, Media and Technology*, 48(1), 6-24. <https://doi.org/10.1080/17439884.2021.1977948>
- Sapci, A., & Sapci, H. (2020). Artificial intelligence education and tools for medical and health informatics students:

Systematic review. *JMIR Medical Education*, 6. <https://doi.org/10.2196/19285>

Yandola, K. (2023). Using the ChatGPT in the educational process. *Innovate Pedagogy*. <https://doi.org/10.32782/2663-6085/2023/57.2.53>

Zhang, D., Zhou, L., Briggs, R., & Nunamaker, J. (2006). Instructional video in e-learning: Assessing the impact of interactive video on learning effectiveness. *Information & Management*, 43(1), 15-27. <https://doi.org/10.1016/j.im.2005.01.004>

¿Cómo evaluar el conocimiento de ChatGPT sobre álgebra lineal?

Mario Edmundo Cueva

La evaluación del conocimiento de ChatGPT en el campo del álgebra lineal se ha convertido en un tema de gran interés debido al creciente uso de modelos de IA en contextos educativos. Este trabajo propone un enfoque sistemático para medir la competencia de ChatGPT al responder preguntas sobre conceptos fundamentales de álgebra lineal, tales como operaciones con matrices, cálculo de determinantes, valores propios y vectores propios. Utilizando una serie de *prompts* cuidadosamente diseñados, se llevó a cabo un proceso de evaluación para determinar la exactitud, profundidad y coherencia de las respuestas generadas por el modelo (Bagno et al., 2024).

El proceso evaluativo incluyó preguntas conceptuales, ejemplos numéricos y problemas aplicados, diseñados para cubrir una gama de niveles de dificultad. Se identificaron fortalezas en la capacidad del modelo para manejar el lenguaje matemático formal, especialmente en la presentación de ecuaciones y pasos de cálculo utilizando LaTeX, lo cual facilita la comprensión por parte de los estudiantes. Por ejemplo, un *prompt* inicial típico podría ser: “Explica cómo se calcula un valor propio de una matriz de 2×2 . No me des un ejemplo numérico, solo el procedimiento general”. Esta formulación permite observar cómo el modelo responde de manera estructurada, enfatizando la secuencia lógica sin entrar en detalles específicos. Al mismo tiempo,

al solicitar precisión y formalidad en sus explicaciones, se pudo observar cómo el modelo adapta su nivel de detalle según el contexto (Sağın et al., 2023).

Es necesario mencionar que, aunque el desempeño general de ChatGPT fue positivo, se identificaron limitaciones en su capacidad para enfrentar problemas más complejos, como aquellos que involucran matrices de mayor dimensión o situaciones donde las instrucciones de cálculo requieren un análisis más profundo (Williamson et al., 2020). No obstante, se observó que las respuestas pueden personalizarse y ajustarse según las necesidades del usuario, si se emplean *prompts* adecuados. Este trabajo subraya la importancia de utilizar *prompts* detallados y específicos para obtener respuestas óptimas, y sugiere que una mayor estandarización de los métodos de evaluación podría contribuir a mejorar la utilidad de herramientas como ChatGPT en el ámbito educativo (Chen et al., 2020).

La evaluación no incluyó un análisis exhaustivo del impacto en el aprendizaje de los estudiantes, pero, a partir de comentarios anecdóticos se pudo inferir que las interacciones con el modelo resultan motivadoras para quienes buscan resolver dudas de manera autónoma. Se concluye que el uso de ChatGPT como herramienta educativa tiene un potencial significativo, aunque es crucial continuar explorando formas de mejorar su desempeño en problemas avanzados y su integración en métodos pedagógicos formales (Zawacki-Richter et al., 2019).

La evaluación del conocimiento de ChatGPT en álgebra lineal no constituye simplemente un ejercicio académico centrado en una disciplina aislada, sino que representa un fenómeno interdisciplinario donde convergen la IA, la educación y la matemática aplicada. En este contexto, evaluar a ChatGPT en un campo específico como el

álgebra lineal refleja una interacción profunda entre la informática, la pedagogía y las ciencias exactas, y subraya la creciente relevancia de las tecnologías de IA en la formación académica de las nuevas generaciones (Bagno et al., 2024).

La primera dimensión interdisciplinaria de este trabajo es la intersección entre la IA y la matemática. El álgebra lineal, como disciplina fundamental en muchos campos científicos y de ingeniería, se presta a la automatización del conocimiento y a su representación algorítmica, aspectos esenciales en el diseño y funcionamiento de modelos como ChatGPT. La capacidad del modelo para responder a preguntas sobre operaciones con matrices, vectores y determinantes se basa en su entrenamiento con grandes volúmenes de datos que incluyen principios matemáticos fundamentales. Así, el proceso de evaluación de su conocimiento también implica un análisis profundo sobre cómo la IA puede internalizar y reproducir conceptos abstractos aplicables en múltiples disciplinas, desde la ingeniería hasta la ciencia de datos (Sağın et al., 2023).

Por otro lado, este trabajo también incorpora una importante dimensión pedagógica, al evaluar el rol de ChatGPT como herramienta educativa en el aula. En este sentido, la evaluación de su conocimiento en álgebra lineal no solo permite comprender cómo los modelos de lenguaje pueden resolver problemas matemáticos, sino que también invita a repensar los enfoques pedagógicos tradicionales. La capacidad de ChatGPT para adaptarse a las preguntas y necesidades de los estudiantes puede ser un recurso valioso en metodologías de enseñanza innovadoras, como el aprendizaje basado en proyectos o la enseñanza personalizada. Esta flexibilidad y adaptabilidad tiene profundas implicaciones en la educación moderna, orientada hacia una

mayor personalización del aprendizaje y una participación activa del estudiante en la construcción de su propio conocimiento (Williamson et al., 2020). Además, el uso de IA en la enseñanza del álgebra lineal también plantea interrogantes sobre el impacto de estas tecnologías en el desarrollo de habilidades críticas y analíticas, aspectos clave en la formación en ciencias y matemáticas (Chen et al., 2020).

Otro aspecto interdisciplinario relevante es el diseño y evaluación de los *prompts* utilizados para interactuar con ChatGPT. La formulación de preguntas y la estructura del proceso evaluativo están profundamente influenciadas por principios de lingüística computacional y diseño de interfaces. El uso de *prompts* claros y bien estructurados es esencial para obtener respuestas precisas y útiles del modelo, lo que pone de relieve la importancia de una comunicación efectiva en la interacción hombre-máquina (Zawacki-Richter et al., 2019). Este enfoque tiene aplicaciones directas no solo en el ámbito educativo, sino también en áreas como el PLN, donde la capacidad de los sistemas de IA para interpretar y generar lenguaje humano impacta en el diseño de interfaces inteligentes, asistentes virtuales y sistemas automatizados de tutoría (de Souza Zanirato Maia et al., 2023).

Asimismo, esta disertación plantea una cuestión ética importante sobre el uso de herramientas de IA en la educación. Si bien ChatGPT puede ofrecer asistencia y facilitar la comprensión de conceptos complejos en álgebra lineal, es fundamental considerar las limitaciones y sesgos inherentes a los modelos de lenguaje. En particular, se debe reflexionar sobre cómo la automatización de ciertos procesos de enseñanza podría afectar el desarrollo del pensamiento crítico y la creatividad estudiantil (Bagno et al., 2024). Una dependencia excesiva de estas herramientas podría reducir la autonomía en el aprendizaje si no

se emplean con moderación y bajo una supervisión adecuada. En consecuencia, la evaluación del conocimiento de ChatGPT en ciencias matemáticas debe incluir también una reflexión ética y social sobre su uso a gran escala en la educación.

Finalmente, desde una perspectiva interdisciplinaria, la evaluación del conocimiento de ChatGPT en álgebra lineal pone de manifiesto la necesidad de integrar la IA en diversos campos del saber, tanto técnicos como humanísticos. A medida que las instituciones educativas adoptan tecnologías avanzadas, resulta imprescindible desarrollar enfoques que no solo midan el conocimiento técnico de los modelos de IA, sino también su capacidad para integrarse en metodologías pedagógicas que fomenten el aprendizaje crítico y reflexivo en múltiples disciplinas (Sağın et al., 2023). En este sentido, la estandarización de los métodos de evaluación, como los propuestos en esta disertación, basada en un trabajo de investigación-acción, puede servir como base para futuras investigaciones sobre el impacto de la IA en una amplia gama de disciplinas académicas.

Referencias

- Bagno, E., Dana-Picard, T., & Reches, S. (2024). ChatGPT in linear algebra: Strides forward, steps to go. *Education Sciences*, <https://doi.org/10.1515/edu-2024-0031>
- Chen, L., Chen, P., & Lin, Z. (2020). Artificial intelligence in education: A review. *IEEE Access*, *8*, 75264–75278. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.2988510>
- de Souza Zanirato Maia, J., Bueno, A. P. A., & Sato, J. R. (2023). Applications of artificial intelligence models in educational

- analytics and decision making: A systematic review. *World*, 4(2), 288–313. <https://doi.org/10.3390/world4020019>
- Sağın, F. G., Özkaya, A. B., Tengiz, F., Geyik, Ö. G., & Geyik, C. (2023). Current evaluation and recommendations for the use of artificial intelligence tools in education. *Turkish Journal of Biochemistry*, 48(6), 620–625. <https://doi.org/10.1515/tjb-2023-0254>
- Williamson, B., Eynon, R., & Potter, J. (2020). Pandemic politics, pedagogies and practices: Digital technologies and distance education during the coronavirus emergency. *Learning, Media and Technology*, 45(2), 107–114. <https://doi.org/10.1080/17439884.2020.1761641>
- Zawacki-Richter, O., Marín, V. I., Bond, M., & Gouverneur, F. (2019). Systematic review of research on artificial intelligence applications in higher education: Where are the educators? *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 16(1), 1-27. <https://doi.org/10.1186/s41239-019-0171-0>

Inteligencia artificial: Enfoque desde la optimización del aprendizaje de la matemática

Rafael Lorenzo Martín

La integración de la IAG en la educación, especialmente en el ámbito de la educación matemática, representa un avance significativo en la optimización del aprendizaje y la enseñanza, redefiniendo los roles de docentes como de estudiantes. Es necesario, por tanto, redimensionar las potencialidades y los riesgos de esta convergencia, tanto en la dimensión formativa como en la investigativa.

Esta disertación ofrece un acercamiento a temas cruciales en desarrollo, relacionados con la implementación de la IA en la educación, con un enfoque particular en la mejora del aprendizaje en matemáticas. Se abordan aspectos esenciales de esta relación, destacando la Industria 4.0, las tecnologías inteligentes y la Educación 4.0, y cómo estas transformaciones están moldeando el futuro educativo.

Se discuten características de las tecnologías inteligentes, la IAG, la ética en su uso, la formación e investigación en el contexto universitario, la adaptación curricular, la implementación de la innovación educativa, así como la personalización de la enseñanza mediante IAG, la investigación educativa, la reducción de dimensionalidad en análisis factoriales y los patrones emergentes de factores asociados. La Industria 4.0 y las tecnologías inteligentes están revolucionando la producción, sus procesos y distribución, impactando significativamente la educación al preparar a los estudiantes para un entorno laboral alta-

mente tecnológico. La Educación 4.0 se centra en la personalización del aprendizaje y el desarrollo de competencias críticas, mientras que la IAG permite la creación de contenido educativo adaptativo, mejorando la experiencia de aprendizaje.

Sin embargo, su implementación plantea desafíos éticos y técnicos, como la privacidad de los datos y la equidad en el acceso a la tecnología. La formación de educadores y la investigación interdisciplinaria son fundamentales para integrar exitosamente la IAG en el ámbito educativo. La adaptación curricular y la innovación en las prácticas pedagógicas son esenciales para incorporar estas tecnologías, mediante el diseño de currículos flexibles y metodologías que promuevan el pensamiento crítico y creativo. La personalización de la enseñanza mediante IAG mejora tanto el rendimiento como la motivación de los estudiantes, y la reducción de dimensionalidad en los análisis factoriales contribuye a la identificación de patrones emergentes de aprendizaje.

A pesar de los avances, persisten problemas abiertos que requieren atención, como el desarrollo de algoritmos transparentes y equitativos, la privacidad y la seguridad de los datos, y las desigualdades en el acceso a la tecnología. La comunidad científica sugiere que futuras investigaciones se centren en estos desafíos, priorizando la creación de entornos educativos inclusivos y éticos que aprovechen al máximo las ventajas de la IAG. La integración de la IAG en la educación ofrece numerosos beneficios, pero también plantea retos significativos que deben abordarse rompiendo barreras disciplinarias, a fin de garantizar una educación de calidad que prepare a los estudiantes para las complejas demandas del siglo XXI.

Además, resulta crucial explicitar con mayor claridad las potencialidades que ofrece la IAG para la educación matemática universi-

taria. Esto incluye la identificación de factores asociados y patrones emergentes —no latentes— que permitan una gestión de la enseñanza de la matemática de forma holística, integral, versátil y aplicada, particularmente en los contextos de organizaciones inteligentes. Este enfoque favorece un desempeño profesional más alineado con las demandas sociales, económicas, ambientales y tecnológicas, aumentando la satisfacción de los empleadores respecto a la articulación entre el egreso universitario y la demostración de perfiles competentes frente al entorno.

Como toda obra humana perfectible, el debate que se proyecta exige retomar algunos postulados de base:

Industria 4.0 y Educación 4.0: Caracterizadas por la automatización y la interconexión de los sistemas de producción, está revolucionando no solo la industria, sino también la educación. Las tecnologías inteligentes, como la IAG, permiten la creación de contenido educativo adaptativo, lo que mejora la experiencia de aprendizaje y prepara a los estudiantes para un entorno laboral intensamente tecnológico. La Educación 4.0, en particular, pone énfasis en la personalización del aprendizaje y el desarrollo de competencias críticas, esenciales para enfrentar los desafíos contemporáneos.

Personalización del aprendizaje y ética en el uso de la IAG: La capacidad de adaptar el contenido educativo a las necesidades individuales de cada estudiante permite una experiencia de aprendizaje más efectiva y eficiente. Sin embargo, la implementación de la IAG plantea desafíos éticos y técnicos, como la protección de datos y la equidad tecnológica. Es fundamental desarrollar algoritmos transparentes y equitativos que garanticen la privacidad y seguridad de la información personal de los estudiantes.

Formación de educadores e innovación educativa: Son conceptos esenciales para lograr una integración exitosa de la IAG en los sistemas educativos. La adaptación curricular, así como el diseño de metodologías flexibles que estimulen el pensamiento crítico y creativo, son aspectos imprescindibles. En este sentido, la reducción de dimensionalidad en análisis factoriales permite identificar patrones emergentes que optimicen la gestión de la educación matemática de forma integral.

Desafíos y futuras investigaciones: Aunque se han producido avances significativos, aún quedan múltiples desafíos por resolver. Las investigaciones futuras deben atender prioritariamente los aspectos éticos y técnicos de la implementación de IAG, y promover entornos educativos inclusivos que maximicen su aprovechamiento. Resulta urgente, además, que la comunidad académica profundice en las potencialidades específicas de la IAG en el ámbito de la educación matemática universitaria, visibilizando factores asociados y patrones emergentes útiles para una gestión educativa más eficaz dentro de contextos organizacionales inteligentes.

Así, he querido hacer referencia a algunos problemas abiertos y protocolos de transferencias de conocimientos que serán vitales en las próximas investigaciones educativas. Para fundamentar la identificación de estos problemas y de las líneas de trabajo propuestas en la integración de la IAG en la educación, es esencial considerar varios aspectos clave:

- 1) Una revisión exhaustiva de la literatura académica y científica, que revela los desafíos actuales en la integración de tecnologías avanzadas en la educación y la industria.
- 2) El análisis de casos de estudio de instituciones educativas y empresas que han implementado tecnologías de la Industria 4.0 y la IAG, lo cual proporciona una visión práctica de los

problemas y desafíos enfrentados.

3) Las consultas con expertos en educación, tecnología y ética, que ayudan a identificar problemáticas que pueden no estar ampliamente documentadas, pero que son reconocidas por los profesionales del sector.

4) La recopilación de datos mediante encuestas y *feedback* de estudiantes, educadores, empleadores y profesionales de la industria, que permite identificar problemas prácticos y cotidianos que afectan la implementación de estas tecnologías.

Estos enfoques combinados ofrecen una base sólida para abordar los problemas abiertos y desarrollar líneas de trabajo efectivas en la integración de la IAG en el ámbito educativo.

Existen problemas abiertos y proyecciones de trabajo, a considerar:

Industria 4.0 y tecnologías inteligentes

- Problemas abiertos:
 - Interoperabilidad: La falta de estándares comunes para la integración de diferentes tecnologías y sistemas.
 - Ciberseguridad: La creciente conectividad aumenta los riesgos de ciberataques.
 - Impacto en el empleo: La automatización puede conducir a la pérdida de empleos tradicionales, generando una necesidad urgente de reentrenamiento.
- Proyecciones de trabajo:
 - Desarrollo de estándares: Crear y promover estándares globales para la interoperabilidad de tecnologías inteligentes.
 - Investigación en ciberseguridad: Desarrollar soluciones avanzadas para proteger sistemas industriales.

- Programas de reentrenamiento: Implementar programas educativos que capaciten a la fuerza laboral en nuevas competencias tecnológicas.

Educación 4.0 e IAG

- Problemas abiertos:
 - Acceso equitativo: Desigualdades en el acceso a tecnologías avanzadas entre diferentes regiones y grupos socioeconómicos.
 - Calidad del contenido generado: Asegurar que el contenido generado por IA sea preciso y educativo.
 - Dependencia tecnológica: Riesgo de que los estudiantes dependan excesivamente de la tecnología para aprender.
- Proyecciones de trabajo:
 - Políticas de inclusión: desarrollar políticas que aseguren el acceso equitativo a tecnologías educativas avanzadas.
 - Evaluación de contenidos: crear marcos para evaluar y mejorar la calidad del contenido generado por IA.
 - Equilibrio tecnológico: fomentar un equilibrio entre el uso de tecnología y métodos tradicionales de enseñanza.

Ética en el uso de la IAG

- Problemas abiertos:
 - Privacidad de datos: Cómo proteger la información personal de los estudiantes.
 - Transparencia algorítmica: Necesidad de entender y explicar

el funcionamiento de los algoritmos de IA.

- *Bias* algorítmico: Riesgo de sesgos en los algoritmos que pueden perpetuar desigualdades.
- Proyecciones de trabajo:
 - Regulaciones de privacidad: Desarrollar y aplicar regulaciones estrictas para la protección de datos.
 - Transparencia y explicabilidad: Investigar métodos que hagan los algoritmos más comprensibles.
 - Mitigación de sesgos: Crear técnicas para identificar y corregir sesgos en los algoritmos de IA.
-

Formación e investigación en la universidad

- Problemas abiertos:
 - Actualización curricular: Dificultad para mantener los planes de estudio alineados con los rápidos avances tecnológicos.
 - Interdisciplinariedad: Falta de colaboración entre disciplinas académicas.
 - Financiamiento: Escasez de recursos para investigación y desarrollo en tecnologías emergentes.
- Proyecciones de trabajo:
 - Currículos dinámicos: Desarrollar planes de estudio flexibles y fácilmente actualizables.
 - Fomento de la colaboración: Implementar programas que promuevan el trabajo interdisciplinario.
 - Aumento del financiamiento: Explorar nuevas fuentes de financiamiento y alianzas público-privadas.

Adaptación curricular e innovación educativa

- Problemas Abiertos:
 - Resistencia al cambio: Reticencia de algunos docentes a adoptar nuevas tecnologías y metodologías.
 - Evaluación de impacto: Dificultad para medir los efectos reales de las innovaciones educativas.
 - Escalabilidad: Desafíos para escalar soluciones innovadoras a nivel institucional.
- Proyecciones de trabajo:
 - Capacitación continua: Implementar programas de formación continua para educadores.
 - Investigación de impacto: Desarrollar métodos rigurosos para evaluar los resultados de la innovación educativa.
 - Modelos escalables: Diseñar modelos de implementación que puedan adaptarse a diferentes contextos.

Personalización de la enseñanza y reducción de dimensionalidad

- Problemas abiertos:
 - Datos de calidad: Necesidad de datos precisos y relevantes para personalizar el aprendizaje.
 - Complejidad de modelos: Dificultad para manejar y comprender modelos complejos de reducción de dimensionalidad.

- Adaptabilidad: Cómo ajustar las soluciones personalizadas a contextos educativos diversos.
- Proyecciones de trabajo:
- Mejora de datos: Desarrollar métodos para recolectar y utilizar datos de alta calidad.

Conclusión

La integración de la IAG en la educación ofrece numerosos beneficios, pero también plantea retos significativos que deben abordarse de manera interdisciplinaria. Garantizar una educación de calidad que prepare a los estudiantes para las complejas demandas del siglo XXI es fundamental. La IAG tiene el potencial de transformar la educación matemática universitaria, mejorando la satisfacción de los empleadores y la relación entre egreso universitario y la demostración de perfiles competentes con el entorno.

Estos escenarios educativos emergentes presentan divergencias en función del desarrollo tecnológico y del acceso a las tecnologías. Resulta indispensable establecer una correlación entre el contenido educativo orientado a la Industria 4.0 y los métodos educativos explícitos, en función de los contextos de desarrollo regional y local.

Un siguiente paso en la estratificación conceptual del proceso debe centrarse en desarrollar y/o adaptar un mapa de técnicas y herramientas educativas que garanticen su aplicabilidad, de acuerdo con los diversos escenarios educativos actuales y proyectados.

Referencias

- Eltaief, A., Ben Amor, S., Louhichi, B., Alrasheedi, N. H., Seibi, A. (2024). Automated assessment tool for 3D computer-aided design models. *Applied Sciences*, 14, 4578. <https://doi.org/10.3390/app14114578>
- Lorenzo, R., Zayas, E. E. & Sagula, J. E. (2024). La educación del futuro: Una convergencia renovadora entre la inteligencia artificial y la educación 4.0. En *Actas materiales MET y HTS 2022* (Vol. 50, pp. 537-550). Springer Nature Switzerland AG. https://doi.org/10.1007/978-3-031-64106-0_58
- Lorenzo, R. (2021). Formaciones educativas híbridas y resiliencia didáctica en modo confinamiento: Alternativas y proyecciones. En C. L. Piedrahita, P. Vommaro, A. J., Perea, & H. J. Riveros (Comps.), *Conversaciones desde el encierro: Aproximaciones críticas al acontecimiento pandémico* (pp. 147-158). Universidad Distrital Francisco José de Caldas; CLACSO; Editorial Magisterio. <http://biblioteca.clacso.edu.ar/clacso/se/20210527035104/Conversaciones-encierro.pdf>
- Miranda, J., Navarrete, J. N., Molina-Espinosa, J. M., Ramírez-Montoya, M. S., Navarro-Tuch, S. A., Bustamante-Bello, M. R., Rosas-Fernández, J. B., & Molina, A. (2021b). The core components of education 4.0 in higher education: Three case studies in engineering education. *Computers & Electrical Engineering*, 93, 107278, <https://doi.org/10.1016/j.compeleceng.2021.107278>
- Pérez-Rodríguez, R., Lorenzo-Martín, R., Trinchet-Varela, C. A., Simeón-Monet, R. E., Miranda Jhonattan, C. D., & Molina, A.

(2023). Integrating challenge-based-learning, project-based-learning, and computer-aided technologies into industrial engineering teaching: Towards a sustainable development framework. *Integration of Education*, 26(2), 198–215. <https://doi.org/10.15507/1991-9468.107.026.202202.198-215>

Modelización, redes sociales y ChatGPT: ¿Cómo integrar la tecnología en la educación?

Marcel D. Pocholu

Esta disertación aborda como tema central el modo posible de integración de la tecnología en la educación matemática, en particular, el uso de la IAG. En el contexto educativo actual, el uso de la IAG en el diseño y la reformulación de problemas matemáticos ha suscitado grandes expectativas entre los docentes, quienes, con frecuencia, depositan en esta tecnología la tarea de elaborar consignas para sus clases. Sin embargo, esta práctica encierra un error didáctico fundamental. La experiencia y la investigación en educación matemática muestran que la IAG, en su estado actual, tiende a generar problemas prototípicos clásicos, replicando errores bien documentados en el ámbito pedagógico.

La razón de esto es simple: La IAG se alimenta de datos accesibles en la red, muchos de los cuales no han sido generados desde una perspectiva de investigación en educación matemática. Como resultado, los problemas producidos carecen de un contexto significativo, lo que les otorga un carácter abstracto y desconectado de la realidad cotidiana. Esta desconexión dificulta que los estudiantes comprendan la utilidad y aplicabilidad de los conceptos matemáticos, reduciendo su motivación e interés. Además, estos problemas tienden a enfocarse en la aplicación de fórmulas y algoritmos, sin fomentar una comprensión profunda de los conceptos subyacentes, y a menudo carecen de

relevancia cultural, lo que impide que se ajusten a las experiencias, intereses y contextos de los estudiantes.

El aprendizaje que se promueve, en consecuencia, se vuelve superficial, centrado en la reproducción de procedimientos, en lugar de fomentar el desarrollo de habilidades críticas y reflexivas. En este sentido, la práctica de delegar completamente en la IAG el diseño de consignas limita gravemente el desarrollo de competencias esenciales en los estudiantes, como la resolución de problemas, el pensamiento crítico y la autonomía cognitiva. La IAG, en muchas ocasiones, propone problemas altamente estructurados que guían excesivamente al estudiante, privándolo de la oportunidad de desarrollar confianza en sus propias capacidades para abordar desafíos complejos.

Superar estas limitaciones requiere que el docente retome el protagonismo en la tarea de diseño o reformulación de problemas. Esto puede lograrse mediante un enfoque en el que la IAG no sustituya, sino que complemente el juicio y el conocimiento pedagógico del docente. Una estrategia eficaz consiste en estructurar un *prompt* en el que la IAG proporcione tanto argumentos en contra como fundamentos a favor de un enunciado propuesto. Este proceso puede sustentarse en criterios tomados de un marco teórico en educación matemática, de diseños curriculares o de problemas cuidadosamente seleccionados a partir de fuentes confiables.

Al generar argumentos divergentes —a favor y en contra— sobre un mismo problema, se propicia una reflexión que sitúa al docente en una posición de análisis crítico. Esto permite identificar elementos valiosos en ambas perspectivas, lo cual abre la posibilidad de una reformulación del problema, ajustándolo al contexto particular del aula y a los objetivos de aprendizaje. Este proceso de iteración y ajuste,

con la IAG como un “abogado defensor” y un “abogado detractor” de la propuesta, convierte a la tecnología en una herramienta de apoyo, pero deja la última palabra en manos del docente.

Este enfoque garantiza que el diseño de problemas no solo responda a las necesidades del currículo, sino que también incorpore la visión y experiencia profesional del docente, quien conoce el contexto de la actividad, los conocimientos previos, el modo de trabajo de los estudiantes y sus intereses. La tecnología, entonces, se convierte en un recurso que potencia la reflexión pedagógica sin reemplazar el análisis, la creatividad ni el juicio profesional necesarios para la enseñanza efectiva de las matemáticas.

Por lo tanto, la integración de la IAG en el diseño de problemas no debe interpretarse como una delegación de responsabilidades, sino como una oportunidad de colaboración estratégica en la que el docente mantiene el control y el criterio pedagógico sobre el proceso. Orientada en forma crítica, la IAG puede enriquecer la práctica educativa. Sin embargo, la profundidad y autenticidad del aprendizaje dependen, en última instancia, de la experiencia y el conocimiento contextual del docente, elementos esenciales para plantear problemas que fomenten un aprendizaje significativo y una conexión profunda con la realidad de los estudiantes.

No obstante, el uso de la IAG en el diseño de problemas matemáticos exige que los docentes posean no solo un dominio avanzado de la disciplina, sino también habilidades sofisticadas en el manejo de tecnologías emergentes. Este doble desafío —de carácter pedagógico y tecnológico— es crucial para garantizar que las innovaciones en la enseñanza de las matemáticas sean implementadas de forma efectiva y equitativa.

En este contexto, el reto educativo radica en que los docentes deben adoptar enfoques de enseñanza más dinámicos, orientados a la resolución de problemas auténticos. Este cambio implica una revisión de las metodologías tradicionales, así como una revalorización de los contenidos matemáticos, fomentando en los educadores la capacidad de guiar a los estudiantes en la resolución de problemas que trasciendan el aula y se conecten con situaciones del mundo real, promoviendo habilidades críticas fundamentales para su desarrollo profesional.

La eficacia de la IAG en la educación matemática no radica únicamente en sus capacidades tecnológicas, sino en la habilidad del docente para integrarla de manera significativa y reflexiva en su metodología de enseñanza. Un aspecto crucial de esta integración es la autenticidad de los problemas generados. Aunque la IAG tiene el potencial de diseñar problemas que reflejan contextos reales, es indispensable evaluar la calidad y el origen de los datos que alimentan estos sistemas, ya que los algoritmos son tan precisos y pertinentes como los datos en los que se basan.

Este aspecto plantea un riesgo inherente de sesgo en la selección y formulación de problemas, lo cual podría derivar en propuestas irrelevantes o en la perpetuación de inequidades. Tal sesgo no es un asunto menor: Podría producir problemas que, aunque correctos desde un punto de vista técnico, carezcan de resonancia con la realidad de todos los estudiantes, limitando así su efectividad educativa.

Finalmente, cabe destacar que, en esta era de creciente influencia de la IAG, es imperativo utilizarla como una herramienta para profundizar en la investigación educativa, evaluar los errores en la enseñanza y fomentar tanto el pensamiento crítico como las competencias pedagógicas. Este enfoque contribuye a la construcción de un aprendizaje

autónomo y significativo en los estudiantes. Las nuevas tecnologías en la educación matemática ofrecen la oportunidad de transformar actividades rutinarias en desafíos auténticos y abiertos, alineándose con las tendencias contemporáneas en pedagogía matemática.

Aprender no consiste únicamente en dominar conceptos académicos, sino en comprender la aplicabilidad de dichos conocimientos en situaciones prácticas. La IAG puede ampliar esta perspectiva, motivando una exploración más profunda en áreas de interés para los estudiantes, preparándolos de manera más efectiva para enfrentar los retos de sus futuras profesiones y carreras.

Síntesis de la coordinadora de innovación

En este panel se han abordado temas clave como el pensamiento computacional, el análisis del aprendizaje y la IA en el proceso educativo; la IA aplicada al análisis y predicción de la deserción estudiantil; la integración de ChatGPT en la metodología de aula invertida; ¿cómo evaluar el conocimiento de ChatGPT sobre álgebra lineal?; la IA con un enfoque desde la optimización del aprendizaje de la matemática; y, la modelización, redes sociales y ChatGPT: ¿Cómo integrar la tecnología en educación? Tales temas se relacionan entre sí principalmente con la personalización y optimización del aprendizaje, dado que tienden a mejorar la experiencia educativa mediante la adaptación del contenido a las necesidades de cada estudiante. Así, la IA se evidencia como una aliada en la identificación y atención de las necesidades específicas del alumnado, mejorando su rendimiento y su permanencia en el sistema educativo. Además, estas temáticas, al ser tratadas

en las IES, promueven formas más dinámicas y efectivas de evaluar y retroalimentar el aprendizaje, permitiendo intervenciones tempranas y mejoras continuas en los procesos educativos.

Seguidamente, se describen brevemente las impresiones sobre cada una de las conferencias impartidas:

La IA aplicada al análisis y predicción de la deserción estudiantil

Se considera que permite intervenciones tempranas mediante el procesamiento de datos masivos de forma rápida y eficiente, con el fin de identificar factores de riesgo asociados con la deserción. Se plantea la existencia de modelos predictivos que pueden anticipar qué estudiantes tienen mayor probabilidad de abandonar los estudios, basándose en variables como el rendimiento académico, la asistencia y la participación en diversas actividades. Además, al contar con este tipo de información, se pueden implementar estrategias de apoyo adaptadas a las necesidades específicas de cada estudiante en riesgo.

La integración de ChatGPT en la metodología de aula invertida

Este fue un tema relevante en cuanto al uso de esta herramienta, brindando pautas para su gestión en el aula. Se evidenció que, con una guía adecuada, ChatGPT puede actuar como un tutor personal, respondiendo preguntas y aclarando conceptos, lo que facilita el apren-

dizaje autónomo fuera del aula. En este sentido, permite a los estudiantes explorar materiales y prepararse para las discusiones en clase, aumentando su participación activa y la comprensión de los temas. Sin embargo, para que su uso sea efectivo, es fundamental capacitar a los docentes en la integración de esta herramienta, a fin de evitar que se convierta en una distracción.

¿Cómo evaluar el conocimiento de ChatGPT sobre álgebra lineal? y La inteligencia artificial: Enfoque desde la optimización del aprendizaje de la matemática

Ambos temas destacan la importancia de diseñar preguntas (*prompts*) que permitan medir la precisión de las respuestas en relación con conceptos clave y complejos, ofreciendo así una ruta de aprendizaje personalizada. Aunque ChatGPT puede generar respuestas detalladas, se señalaron sus limitaciones en cuanto a la comprensión profunda y la resolución de problemas avanzados, especialmente cuando las preguntas no están claramente formuladas. Asimismo, se resaltó la importancia de la interacción y retroalimentación por parte del usuario, dado que la IA mejora al recibir comentarios y ajustes en la formulación de preguntas, lo cual puede contribuir a identificar áreas de mejora.

Modelización, redes sociales y ChatGPT: ¿Cómo integrar la tecnología en la educación?

Para integrar la tecnología en la educación, se evidenció que la IA puede crear modelos de aprendizaje adaptativos que simulen situa-

ciones educativas, permitiendo a docentes y estudiantes experimentar y aprender en contextos simulados. Asimismo, para potenciar la enseñanza colaborativa y el aprendizaje continuo, las redes sociales pueden actuar como plataformas de colaboración y comunicación. ChatGPT, como recurso educativo, permite resolver dudas en tiempo real, apoyar la creación de contenido y facilitar la interacción con los estudiantes fuera del entorno formal de aprendizaje.

En este contexto, el panel destacó que la IA tiene el potencial de transformar profundamente la enseñanza y el aprendizaje. Las herramientas de IA no solo pueden mejorar la personalización del aprendizaje y optimizar los procesos educativos, sino que también plantean retos importantes, como la necesidad de capacitación docente, el manejo ético de los datos y la utilización estratégica de estas herramientas para potenciar el aprendizaje, evitando que se convierta en una distracción. Algunos participantes enfatizaron la importancia de seguir investigando las limitaciones de estas herramientas y cómo integrarlas adecuadamente en distintos contextos educativos.

Rápida mirada de la presentadora-moderadora

En mi carácter de presentadora-moderadora, y adicionalmente como oyente con formación en el área, sintetizo que he escuchado a cinco expositores provenientes de universidades de América Latina (tres de la PUCE, uno de Universidad Holguín, Cuba, y uno de la Universidad Nacional de Villa María, Argentina), quienes compartieron sus experiencias en el uso de la IA dentro de su actividad académica.

He identificado al menos tres ángulos desde los cuales la IA puede ser aprovechada en la educación superior: (1) como herramienta

de análisis y mejora en la comprensión del propio sistema educativo; (2) mediante el uso de herramientas de IA, como ChatGPT, en la enseñanza presencial o virtual, para apoyar tanto al docente como al estudiante en la personalización del aprendizaje; y (3) mediante herramientas de IA específicas aplicables a diferentes disciplinas, particularmente la matemática.

El primer expositor presentó cómo se utiliza la IA para conocer mejor el funcionamiento del sistema, el comportamiento de los estudiantes y definir intervenciones apropiadas. El estudio se enfocó en la deserción estudiantil en la PUCE. A partir de datos demográficos, familiares y factores académicos previos de cada estudiante, así como de datos sobre su evolución académica, se emplearon metodologías de ML, tales como la clusterización y las redes neuronales, para analizar, comprender y predecir la deserción estudiantil en las carreras universitarias. Específicamente, se utilizaron redes neuronales del tipo RNN, LSTM y GRU. Este proyecto podría contribuir a la creación de políticas institucionales orientadas a mitigar el impacto negativo del abandono estudiantil, con un efecto significativo tanto a nivel individual como social. Algunos resultados destacables fueron: La identificación de facultades con mayor estabilidad en cuanto a retención estudiantil, y la constatación de que los estudiantes solteros tienden a abandonar menos. Asimismo, se observó que el promedio de notas es el principal factor en el primer año, mientras que, en los niveles más avanzados, cobran relevancia aspectos como la carga académica en créditos y ciertos datos del profesorado, como edad y experiencia.

La segunda disertación presentó un caso de uso de ChatGPT en la enseñanza de álgebra lineal. La metodología del aula invertida busca que los estudiantes adquieran los conceptos antes de asistir a clase (fase

de preclase), para que el tiempo en el aula se dedique a la retroalimentación, la práctica y la evaluación. Se expuso la utilidad de ChatGPT para personalizar el contenido y resolver dudas durante la preclase. Se reconoció que esta metodología requiere un esfuerzo docente inicial considerable para la adaptación del programa y la elaboración del material, así como la superación de la resistencia al cambio por parte de estudiantes y docentes.

En el ejemplo compartido, se combinó la interacción con ChatGPT con videos elaborados por el docente para estandarizar procedimientos. Para la preclase, se diseñaron hojas guía que indicaban, paso a paso, cómo interactuar con ChatGPT, incluyendo *prompts* específicos. Se comenzaba con un *prompt* inicial que establecía que el rol de ChatGPT, el estilo de respuesta y las precauciones para tener en cuenta. Luego, se aplicaban *prompts* específicos según el tema tratado, concluyendo con un pequeño ejercicio que era planteado y corregido por el propio chat. Los estudiantes debían, además, completar una microtarea en el entorno virtual de la asignatura y entregar el diálogo completo sostenido con la herramienta. Este procedimiento no solo permitía monitorear el trabajo individual, sino también ofrecía retroalimentación sobre las dudas frecuentes del grupo, permitiendo al docente ajustar la clase en función de estas.

La tercera disertación abordó con profundidad y amplitud el uso de ChatGPT, reconociendo que, si bien puede cometer errores en respuestas de álgebra lineal, es notablemente eficaz al explicar metodologías paso a paso. Esto representa una gran oportunidad, aunque también conlleva riesgos. ChatGPT ha sido entrenado con textos disponibles en internet, los cuales pueden contener tanto información correcta como incorrecta. Al tratarse de un modelo de lenguaje en-

trenado estadísticamente, no posee comprensión real del álgebra, lo que puede dar lugar a errores flagrantes, como proporcionar respuestas contradictorias a un mismo problema. Sin embargo, destaca por su claridad, meticulosidad y habilidad para explicar conceptos desde diversas perspectivas, lo cual resulta valioso para los estudiantes. En conclusión, se propone utilizar esta tecnología no como sustituto del docente, sino como asistente o tutor del estudiante. Se mencionó también la diferencia de rendimiento entre versiones: la versión paga, por ejemplo, puede generar códigos y utilizar bibliotecas de cálculo, evitando así errores matemáticos cuando se emplean *prompts* adecuados.

La cuarta disertación inició reconociendo que el volumen de datos actual exige el uso de la IA para un mejor aprovechamiento. Señaló que los estudiantes llegan con un perfil digital ya desarrollado, lo cual exige un esfuerzo continuo por parte del docente en cuanto a la formación y adaptación. El entorno profesional ya integra, consciente o inconscientemente, IA en numerosos procesos. Esta disciplina, en constante evolución, tiene el potencial de transformar múltiples aspectos de la vida cotidiana, y su aplicación se extiende a todas las áreas del saber, incluyendo las ciencias sociales, la salud, las finanzas y, por supuesto, la educación. No solo los modelos de lenguaje, sino también los sistemas de visión por computadora y la robótica están implicados.

Todo ello implica importantes desafíos éticos, como la equidad, la privacidad y la responsabilidad en el uso de estas tecnologías, por lo que se hace necesaria la formulación de políticas y regulaciones específicas. Se subrayó, asimismo, la importancia de fomentar el pensamiento crítico en los usuarios, de modo que puedan identificar sesgos, falacias y posibles manipulaciones, e incorporar dichos principios en los propios sistemas de IA. Se plantearon los riesgos asociados a esta tecnología,

como la brecha de habilidades, el desplazamiento laboral y la dependencia tecnológica, junto con desafíos éticos y de responsabilidad. A la par, se reconocen nuevas oportunidades profesionales relacionadas con la propia disciplina, oportunidades de aprendizaje, desarrollo de habilidades, colaboración humano-máquina e innovación económica.

En particular, en el ámbito de las matemáticas, se mencionaron asistentes capaces de generar demostraciones elegantes y correctas, y una variedad de herramientas educativas. Entre ellas: Adimat, dirigida por el docente para la orientación individual del alumnado; Blutick, una aplicación de apoyo para la enseñanza de matemáticas en la educación media; Brilliant, con cursos integrales para la comprensión de conceptos y estrategias de resolución de problemas; y el propio ChatGPT. Otras herramientas destacadas fueron Cameramath, (resolución paso a paso de funciones), Cymath, Photomath, Mathpresso y Mathpix, que combinan IA y heurística para resolver ejercicios escaneados con el dispositivo móvil. También se citaron Mathway y Symbolab, asistentes en línea para resolver problemas matemáticos de diversas complejidades; Myscript, que interpreta y resuelve escritura matemática a mano; y Socratic y WolframAlpha, que abordan tanto ciencias exactas como sociales, desde la educación básica hasta la superior.

La quinta disertación planteó dos puntos de partida: El sistema de creencias y cómo este afecta el accionar de las personas, y más allá, el de los docentes. Los programas de educación de la región plantean como objetivo la resolución de problemas reales. El estudiante debe plantear, modelar matemáticamente y resolver problemas, y luego comunicar y argumentar, exponer los supuestos y condiciones del modelo y las soluciones obtenidas. Los conocimientos sobre educación en matemáticas son los que ayudarán a los docentes a usar la IA para la

enseñanza. Es necesario ser competentes para interactuar con la IA. Tal vez sea más útil preguntarle a la IA cuáles son los errores más comunes en álgebra lineal —recuperando diferentes investigaciones al respecto—, en lugar de pedirle que resuelva un sistema lineal.

¿Podemos seguir enseñando lo mismo (y de la misma forma) que en 1980? Ser muy capaz en la resolución de ejercicios no es lo mismo que aprender a resolver problemas de la vida real. Esto último implica la capacidad de modelar, abstraer y simplificar la realidad para plantearla como un sistema matemático. En este proceso es importante tener en cuenta los supuestos y condiciones considerados.

Pochulu plantea, en todos los niveles de enseñanza y en diferentes disciplinas, una matemática basada en problemas de la vida real. Usando la IA, por un lado, por parte del docente: Ayudándolo en el planteamiento del problema, en la identificación de las diferentes áreas del conocimiento que este abarca, y en la generación de una pauta apropiada al nivel de los estudiantes. Por otro, por parte de los propios estudiantes: apoyándolos en la investigación de los conocimientos necesarios, en la elección de las herramientas que utilizarán para modelar y resolver el problema y, finalmente, en la comunicación de este.

Plantea incluso fomentar en los estudiantes el uso de modelos de lenguaje basados en IA para mejorar sus producciones escritas. Esto debe venir acompañado de una reflexión sobre la escritura y un análisis de esta con pensamiento crítico. Los estudiantes deben usar su propia creatividad y originalidad, y pedirle a la IA únicamente que mejore el estilo, la corrección gramatical y sintáctica. Es el profesor quien debe lograr este equilibrio.

También recomienda el uso de los mismos modelos de lenguaje como asistente para los docentes en la atención virtual de sus estudian-

tes: respuestas en foros, evaluación de blogs y otros formatos multimedia, ayudado por rúbricas generadas con la ayuda de IA.

Cabe preguntarse, a modo de conclusión, si la verdadera cuestión es si utilizar la IA en la enseñanza superior, o más bien cómo hacerlo.

Post-Memorias: Workshop INCOIN–Edición PUCE ***Panel Interactivo Integrado – Bloque II – Capítulo II.1***

Participantes

Jorge E. Sagula¹²³⁴, Iván Santelices Malfanti⁵⁶, Jorge Cruz Silva⁷, Gustavo D. Tripodi⁶⁸⁹, Denis Chávez Ordóñez¹⁰, Cristóbal Arrieta¹¹, Rafael Melgarejo Heredia¹², Ittalia E. Vattuone Granda¹³, Diego Montúfar¹⁴.

¹División Matemática y División Estadística, Departamento de Ciencias Básicas, UNLu, Argentina.

²Director del equipo COIN, Departamento de Ciencias Básicas, UNLu, Argentina

³Asesor del rectorado, UNLu, Argentina.

⁴CEO y consultor-investigador, INCOIN *LEARNING*.

⁵Director, escuela de Ingeniería Civil Industrial, Universidad del Bío-Bío, Chile Académico Departamento de Ingeniería Industrial, Universidad del Bío-Bío, Chile Presidente Consejo Directivo Red Internacional Investigadores Ingeniería Industrial

⁶Consultor-investigador, INCOIN *LEARNING*.

⁷Docente agregado 1 Dominio 3 (Identidades, Educación, Culturas, Comunicación y Valores) PUCE, Ecuador.

⁸Facultad de Ciencias Exactas, UNICEN, Argentina Facultad de Ciencias Económicas, UNICEN, Argentina Director de EMPRESAR SyS-Tandil (Buenos Aires), Argentina

⁹Miembro equipo COIN, Departamento Ciencias Básicas, UNLu, Argentina

¹⁰Docente Dominio 1 (Hábitat, Infraestructura y Movilidad)
PUCE, Ecuador

¹¹Facultad de Ingeniería, Universidad Alberto Hurtado, Chile Millennium Institute in Intelligent Healthcare Engineering, Santiago, Chile

¹²Decano Facultad Internacional de Innovación PUCE Ecuador

¹³Coordinadora de Innovación y Desarrollo Docente, PUCE, Ecuador

¹⁴Cofundador y CEO, HANDYTEC, Ecuador Docente, PUCE, Ecuador.

Resumen

Este texto corresponde al Panel Interactivo Integrado – Bloque II - Capítulo II.1 del compendio *Post-Memorias: Workshop INCOIN-Edición PUCE*, en el cual se desarrollaron cinco conferencias, cuyo orden, en términos del hilo conceptualizado, se expone a continuación:

- *Realidad aumentada: ¿Puede potenciar a la inteligencia artificial?*, a cargo de Iván Santelices Malfanti.
- *Inteligencia artificial en la transcripción de entrevistas*, a cargo de Jorge Cruz Silva.
- *Modelos basados en redes de conocimiento: Aplicación de conceptos y herramientas de IA*, a cargo de Gustavo D. Tripodi.
- *Caracterización del uso de ChatGPT en el espacio educativo preprofesional: Estrategias de instrumentalización y cyborg-habilidades*, a cargo de Denis Chávez Ordóñez.
- *Resonancia magnética, inteligencia artificial y optimización: Convergencia a grandes oportunidades y desafíos*, a cargo de Cristóbal Arrieta.

Diego Montúfar, en su carácter de presentador-moderador de este bloque en resalta que las ideas aquí recogidas emergen, por tanto, de los intercambios, reflexiones e integraciones cognitivas que se dieron durante el evento. En definitiva, este es el espacio apropiado para verter las nuevas ideas que se irán develando en el curso del tiempo.

Palabras clave: realidad virtual, realidad aumentada, inteligencia artificial, redes de conocimiento, ChatGPT, optimización

Mirada interdisciplinar y transdisciplinar del director científico

El Bloque II, en su Capítulo II.1, comenzó a transitar campos de aplicación de la IA, desde el amplio arco de la realidad virtual (RV) y la realidad aumentada (RA), pasando por la transcripción de entrevistas a través del análisis de audios, modelos de redes de conocimiento, estrategias de instrumentalización y *cyborg*-habilidades, culminando en un sinfín de oportunidades en la convergencia entre la resonancia magnética, la IA y la optimización.

La primera disertación, a cargo de Iván Santelices Malfanti, titulada *Realidad aumentada: ¿Puede potenciar a la inteligencia artificial?*, sostuvo la importancia de la integración entre la RV y la RA con la IA, destacando su revolución global en diversas industrias al brindar experiencias inmersivas y adaptativas que mejoran la interacción humano-máquina. señaló que la RV, mediante la creación de entornos totalmente virtuales, y la RA, a través de la superposición de elementos digitales sobre el mundo real, ofrecen aplicaciones innovadoras en educación, medicina e industria. En educación, permiten simulaciones científicas y experiencias históricas inmersivas; en medicina, mejoran el entrenamiento quirúrgico y la terapia de exposición; y en la industria, optimizan la formación de empleados y el mantenimiento predictivo.

Asimismo, explicó que la IA potencia la RA y la RV mediante algoritmos de ML, especialmente provenientes de redes neuronales y

sus desarrollos más avanzados —ML y DL—, mejorando la percepción, el reconocimiento de patrones y la interacción natural, tanto mediante el procesamiento de lenguaje natural como mediante visión por computadora. No obstante, advirtió sobre desafíos significativos, como la necesidad de capacidades avanzadas de procesamiento, interfaces intuitivas y, especialmente, la protección de la privacidad y la seguridad de los datos.

En esta integración entre RA e IA, el disertante destacó tres conceptos esenciales, la precisión, capacidad y tecnología, todos orientados a una meta central: el reconocimiento de patrones. Este último, aunque históricamente vital para la IA —en especial desde los años 80 con el desarrollo de la visión por computadora—, no es exclusivo de esta disciplina, pues también es fundamental en las matemáticas, la estadística, la IO y las ciencias de la computación. En consecuencia, los procesos de integración de RA e IA —incluyendo la IAG, como ChatGPT— presentan un campo evolutivo en constante búsqueda de mejoras. La optimización se vuelve así un tema de alto impacto, que exige una visión global y específica. Pero, sobre todo, debe recordarse que el talento y la inteligencia humana siguen siendo indispensables para propiciar la creatividad de forma constante.

La segunda disertación, a cargo de Jorge Cruz Silva, titulada *Inteligencia artificial en la transcripción de entrevistas*, se enfocó en la importancia de transcribir entrevistas no solo en inglés —idioma relativamente más sencillo en este campo—, sino en español, evaluando modelos aplicables mediante el PLN y el reconocimiento de patrones. Si bien empresas como Google han facilitado la traducción automática de texto desde hace tiempo, se han desarrollado nuevas herramientas capaces de traducir también audios e imágenes. Este avance ha sido

impulsado por equipos de analistas y desarrolladores que han logrado innovaciones significativas para distintas aplicaciones.

Este enfoque de la presentación se centró en la evaluación de distintas plataformas utilizando modelos de ML que van más allá de la mera transcripción, constituyéndose en mediaciones complejas en la construcción de textos a partir del habla.

La tercera disertación, a cargo de Gustavo D. Tripodi, titulada *Modelos basados en redes de conocimiento: Aplicación de conceptos y herramientas de IA*, presentó resultados clave en el uso de herramientas que operan en el plano humano, maquínico y en la interfaz humano-máquina. Subrayó la necesidad de revisar los supuestos sobre los que se construyen estos modelos, haciendo énfasis en la gestión del conocimiento en las organizaciones.

Tripodi destacó el uso de metodologías de IA, especialmente IAG como ChatGPT, no solo desde una perspectiva técnica, sino como herramienta de retroalimentación constante entre el conocimiento organizacional y educativo. Para ello, propuso una tríada conceptual central —reconocimiento de patrones, optimización y decisión—, todos conceptos claves no solo para la IA, sino también para las ciencias de la computación, la estadística, la matemática y la IO. En este contexto, la decisión automática, apoyada en ML y DL, requiere no solo datos, sino una continua actualización de parámetros, lo que convierte el proceso en un ciclo de mejora sostenida.

La cuarta disertación, a cargo de Denis Chávez Ordóñez, titulada *Caracterización del uso de ChatGPT en el espacio educativo preprofesional: Estrategias de instrumentalización y cyborg-habilidades*, presentó un proyecto en desarrollo que ya evidencia un fuerte impacto interdisciplinar entre la educación y las neurociencias. Chávez propuso un enfoque dual:

Por un lado, una perspectiva ergonómica, centrada en el conocimiento, y por otro, una perspectiva *cyborg*, que plantea una fusión tecnológica con implicaciones éticas y críticas relevantes.

Una vez establecidos estos marcos conceptuales, el ponente argumentó que la IAG, y en particular ChatGPT, tiene potencial para mejorar significativamente tanto los aspectos educativos como las estrategias de instrumentalización en la formación de *cyborg*-habilidades en contextos preprofesionales.

La quinta y última disertación, presentada por Cristóbal Arrieta, titulada *Resonancia magnética, inteligencia artificial y optimización: Convergencia a grandes oportunidades y desafíos*. Esta intervención presentó una evolución conceptual y técnica, partiendo de las redes neuronales, ML y DL, para luego enfocarse en el análisis anatómico humano a través de estudios de resonancia magnética. Se abordaron tanto estructuras cerebrales como órganos del abdomen, identificando patologías y evaluándolas desde un punto de vista anátomo-funcional y tecnológico, en sintonía con la evolución de los recursos disponibles.

Arrieta subrayó dos aspectos clave: en primer lugar, el rol de la inteligencia humana para analizar y evaluar parámetros relevantes; y en segundo lugar, la implementación de modelos de DL como soporte frente a la masividad de datos que deben ser procesados en simultáneo. Esta convergencia entre IA y tecnología médica plantea un escenario de enormes oportunidades, pero también de importantes desafíos técnicos, éticos y metodológicos.

Además, toman vital importancia no solo las neurociencias —nuevamente, y en forma preponderante en las resonancias magnéticas cerebrales—, sino también, desde el punto de vista fisicomatemático, la transformada de Fourier.

Resulta significativo observar cómo, a partir de un conjunto considerable de parámetros, la IAG evalúa un conjunto de cerebros que, en realidad, corresponden a personas inexistentes. Es en este punto donde la inteligencia humana debe “abrir bien los ojos” para evitar caer en sesgos e incomprensiones. Esto demuestra que no es lo mismo una interacción *human-computer* que una *computer-human*. La diferencia radica, precisamente, en el sentido de la mediación y el protagonismo cognitivo.

El disertante, con el objetivo de favorecer la comprensión del tema, se concentró en la convergencia de análisis y en la búsqueda de la optimización, especialmente en relación con los parámetros significativos que deben ser estudiados por los especialistas, como en los casos de tumores o de hígado graso. Asimismo, planteó desafíos y oportunidades en el ámbito tecnológico con el fin de contribuir a la práctica clínica.

A modo de síntesis, en mi carácter de director científico, y además de haber intervenido durante las exposiciones de los conferencistas entrelazando sus aportes, considero que las cinco disertaciones estuvieron enmarcadas en diversas contribuciones de la IA —no únicamente de IAG—, pero en muchos casos con la prevalencia decisiva de la inteligencia humana.

Desde el avance integrado entre la RV y la RA potenciadas por IA, pasando por la transcripción automatizada de audios en español mediante distintos algoritmos, hasta el uso de ChatGPT en procesos educativos orientados a realimentar modelos de gestión del conocimiento en la enseñanza y en la mejora de la calidad, se observaron aplicaciones significativas.

Asimismo, se analizó la integración de capacidades y habilidades *cyborg* en la formación profesional, utilizando ChatGPT como catalizador, y se concluyó con la incorporación de modelos de DL como herramienta

clave para optimizar estudios de resonancia magnética, marcando así el inicio de nuevas prácticas clínicas apoyadas en tecnología de vanguardia.

Visión integradora del codirector científico

El *Workshop* INCOIN ofreció una mirada interdisciplinaria e innovadora sobre la interacción entre la IA y la educación. Si bien se reconocieron avances significativos, también se identificaron desafíos éticos, sociales y económicos que exigen una reflexión crítica y acciones concretas. Solo un enfoque equilibrado entre tecnología y humanidad puede garantizar que la IA transforme positivamente el ámbito educativo, promoviendo una sociedad más equitativa y mejor preparada para los desafíos del futuro.

En el Capítulo II.1 se abordaron temas fundamentales como la convergencia de la IA con tecnologías emergentes, los modelos y redes de conocimiento, y las nuevas competencias. También se retomaron algunos tópicos tratados el día anterior, distribuidos en dos capítulos, generando expectativas, pero dejando temas sin profundizar debido a la limitación temporal, a pesar de la igualdad en la duración asignada a cada presentación.

La interacción entre la IAG, la RA y herramientas innovadoras como ChatGPT, permite el diseño de experiencias inmersivas y personalizadas, así como la optimización de procesos como la transcripción automática de entrevistas, generando nuevas competencias tecnológicas en estudiantes y docentes. Sin embargo, estas oportunidades se ven acompañadas de barreras relacionadas con la accesibilidad, los costos y los desafíos éticos.

Por ejemplo, el uso combinado de RA e IA en simulaciones educativas y entrenamientos médicos tiene un gran potencial, pero requiere capacidades de procesamiento avanzadas y genera preocupación por la privacidad de los datos, lo que evidencia que su implementación no está exenta de fricciones estructurales.

Un eje crucial del panel fue el desarrollo de redes de conocimiento aplicadas a la gestión educativa y organizacional. Potenciadas por IA, estas redes permiten organizar conceptos interrelacionados, facilitando un aprendizaje interdisciplinario. No obstante, se advirtió que su aplicación podría profundizar desigualdades si no se garantiza una distribución equitativa de los recursos tecnológicos.

Se enfatizó también que la gestión del conocimiento es esencial para las organizaciones inteligentes que buscan integrar conocimiento tanto formal como tácito. El verdadero desafío radica en lograr un balance entre la eficiencia tecnológica y el juicio humano crítico.

En este marco, el concepto de “*cyborg-habilidades*”, presentado en el panel, destaca la necesidad de que los estudiantes combinen capacidades humanas (juicio crítico, creatividad) con competencias tecnológicas, como el diseño de *prompts* efectivos en ChatGPT. Esta propuesta reclama un currículo educativo que prepare a los estudiantes para una cooperación sinérgica entre humanos e IA.

Sin embargo, también se expresó preocupación ante el riesgo de desplazar competencias humanas fundamentales, como la empatía y la ética, elementos irrenunciables en todo proceso educativo y profesional.

Aunque durante el panel se destacaron los múltiples beneficios de la IA, posiblemente se subestimaron los riesgos de una dependencia excesiva de estas herramientas. No hubo tiempo suficiente para profundizar en cuestiones críticas como el sesgo algorítmico, la deshu-

manización de los entornos educativos y los altos costos asociados a estas tecnologías, los cuales pueden excluir a comunidades vulnerables, perpetuando la desigualdad en el acceso a una educación de calidad. Cabe entonces una pregunta ineludible: ¿Es posible evitar una visión tecnocentrista que ignore las limitaciones de la IA y priorice, en cambio, el desarrollo humano integral?

Inteligencia artificial en la transcripción de entrevistas

Jorge Cruz Silva

En este ámbito se explora en profundidad el uso de herramientas de IA aplicadas a la transcripción de entrevistas, destacando su relevancia como un proceso clave dentro del análisis cualitativo en las ciencias sociales y la comunicación. La transcripción de entrevistas ha sido, tradicionalmente, una tarea laboriosa y demandante, considerada esencial para capturar el contenido exacto de las conversaciones y facilitar su posterior análisis.

Con el avance de las tecnologías de IA, se abrió una nueva posibilidad para automatizar este proceso, mejorando significativamente la eficiencia y reduciendo el tiempo necesario para transcribir grandes volúmenes de datos. Durante el 2023, se llevó a cabo un estudio exhaustivo para evaluar el desempeño de cuatro plataformas de IA en español: Office 365 Transcribe, Amazon Transcribe, Notta y Whisper. Estas herramientas fueron seleccionadas por su popularidad y su capacidad de operar con transcripciones en español, un aspecto crítico para el objetivo del estudio.

El propósito principal fue identificar cuál de estas plataformas ofrecía un rendimiento óptimo en términos de eficiencia (ve-

locidad de transcripción) y eficacia (fidelidad del texto transcripto). Para ello, se utilizó un corpus compuesto por 450 entrevistas cortas, seleccionadas por su diversidad de contextos lingüísticos y acentos. Esta heterogeneidad permitió evaluar la capacidad de los sistemas para manejar variaciones en la pronunciación, modismos y estructuras gramaticales —factores que suelen presentar desafíos importantes para los algoritmos de reconocimiento de voz.

El enfoque se centró no solo en la precisión de las transcripciones, sino también en la habilidad de las herramientas para identificar cambios de locutor y gestionar pausas o interrupciones en el discurso.

Los resultados del estudio evidencian el potencial de la IA como un facilitador del análisis cualitativo, brindando a los investigadores datos textuales de forma automatizada. Esto representa un avance significativo, ya que permite ahorrar tiempo y recursos previamente destinados a la transcripción manual. Además, la automatización libera a los investigadores de tareas repetitivas, permitiéndoles enfocarse en el análisis y la interpretación, procesos que requieren un alto grado de juicio crítico y comprensión contextual.

No obstante, el estudio reveló diferencias importantes entre las plataformas, en especial en lo que respecta a la precisión, la gestión de errores de reconocimiento y la identificación de voces. Por ejemplo, Whisper demostró una alta fidelidad en contextos con ruido de fondo, aunque su instalación y uso resultaron más complejos que en las demás herramientas. Office 365 Transcribe y Amazon Transcribe, en cambio, se destacaron por su facilidad de uso y su integración con plataformas de almacenamiento en la nube, lo que facilita el acceso desde múltiples dispositivos. Sin embargo, presentaron dificultades para detectar con precisión los cambios de locutor, aspecto crucial en

entrevistas con múltiples participantes. Notta, a pesar de ser gratuita, sorprendió por su rapidez, aunque mostró una menor precisión en casos con acentos regionales o pronunciaciones no estándar.

Estos hallazgos resaltan la importancia de elegir la herramienta adecuada según el contexto específico de la investigación.

Se observó que, pese a los avances, la intervención humana sigue siendo indispensable para asegurar la exactitud del texto transcrito. Aunque la IA ha mejorado notablemente la velocidad del proceso, persisten errores en la interpretación del lenguaje natural, como la transcripción incorrecta de nombres propios o términos técnicos, que exigen revisión manual. Esta intervención no debe verse como una limitación, sino como una oportunidad para complementar las capacidades automatizadas con el juicio experto del investigador.

Desde mi perspectiva interdisciplinaria, la implementación de la IA en la transcripción de entrevistas constituye un ejemplo emblemático de cómo las tecnologías emergentes están transformando los métodos tradicionales en el campo de las ciencias sociales y la investigación cualitativa.

Esta transformación implica no solo un avance técnico, sino también una evolución en los enfoques metodológicos empleados para analizar grandes volúmenes de datos textuales complejos. El estudio se sitúa en la convergencia de disciplinas como la comunicación, la lingüística, la informática, el análisis cualitativo y las ciencias sociales computacionales, permitiendo abordar los desafíos de la transcripción automatizada desde múltiples perspectivas, enriquecer el debate y aportar una comprensión más profunda del impacto de estas tecnologías en la recopilación y análisis de datos.

En el campo de la comunicación, la transcripción de entrevistas es esencial para la generación de contenido en medios periodísticos y

académicos. Las entrevistas permiten capturar las voces, experiencias y perspectiva de los participantes, lo que contribuye de manera significativa a la calidad del contenido producido. Las herramientas de IA están revolucionando este proceso, al permitir una aceleración notable en la obtención de datos, facilitando el análisis e interpretación de grandes volúmenes de información en plazos reducidos.

Sin embargo, esta automatización no está exenta de desafíos relevantes. Uno de los retos más destacados es la posible pérdida de matices conversacionales, como el tono, la entonación y las emociones del entrevistado, elementos cruciales para comprender el contexto e intenciones detrás del discurso. En este sentido, la revisión crítica por parte del investigador resulta esencial para validar y ajustar los resultados generados por la IA, asegurando la fidelidad al contenido original y captando los detalles necesarios para un análisis riguroso.

Desde el enfoque de la lingüística, el uso de IA en la transcripción conecta con áreas como el análisis de la conversación y la etnometodología, disciplinas que estudian cómo se utiliza el lenguaje en contextos sociales reales. Transcribir implica transformar el habla —con sus características fonéticas y prosódicas— en texto escrito, lo que requiere una comprensión precisa de los aspectos fonéticos, sintácticos y semánticos del lenguaje.

Plataformas como Whisper utilizan redes neuronales avanzadas para mejorar la calidad de las transcripciones. Estas redes logran reconocer patrones complejos en el sonido, lo que les permite manejar variaciones en acentos, pronunciaciones y entonaciones. A pesar de estos avances, todavía enfrentan limitaciones significativas, especialmente al abordar regionalismos, jergas y expresiones coloquiales, que no siempre se ajustan a las normas gramaticales estándar. Estas

dificultades pueden afectar la calidad del análisis cualitativo, dado que el lenguaje coloquial y las expresiones idiomáticas suelen contener significados implícitos y connotaciones que resultan esenciales para interpretar adecuadamente el discurso.

En el campo de la informática y el desarrollo de IA, el estudio se centra en el uso de algoritmos avanzados como los modelos ocultos de Markov (HMM) y las redes neuronales artificiales (ANN, por sus siglas en inglés). Estos algoritmos son fundamentales para el reconocimiento de voz, pues permiten a las plataformas analizar patrones de sonido y generar transcripciones textuales con alta fidelidad. Los modelos ocultos de Markov, por ejemplo, permiten modelar la estructura temporal del habla, manejando variaciones en la pronunciación y las pausas naturales del discurso. Las ANN, por su parte, están inspiradas en el funcionamiento del cerebro humano y son capaces de aprender y mejorar su precisión a través del procesamiento de grandes volúmenes de datos. Esta capacidad de aprendizaje profundo ha producido mejoras significativas en el reconocimiento de voz y en la precisión de las transcripciones.

El uso de estas tecnologías refleja una tendencia creciente hacia la automatización en el PLN, un campo interdisciplinario que combina lingüística, informática e IA para enseñar a las máquinas a interpretar y procesar el lenguaje humano de manera efectiva. Herramientas como Amazon Transcribe, que incorporan algoritmos de PLN, facilitan la identificación de palabras clave y frases significativas, lo que permite a los investigadores centrarse en el análisis semántico y pragmático de las entrevistas, obteniendo *insights* valiosos para sus estudios.

Además, la perspectiva de las ciencias sociales computacionales complementa esta visión interdisciplinaria. Este campo emergente combina métodos cualitativos y cuantitativos para estudiar fenóme-

nos sociales complejos, utilizando herramientas computacionales para procesar grandes volúmenes de datos textuales. El uso de IA para la transcripción representa un avance significativo en este contexto, ya que permite a los investigadores manejar datos textuales a gran escala de manera más eficiente. La automatización de la transcripción reduce el tiempo y el esfuerzo necesarios para preparar los datos para el análisis, permitiendo a los equipos de investigación dedicar más tiempo a la interpretación y a la discusión de los resultados. Esta capacidad para procesar y analizar datos de forma más rápida y precisa abre nuevas oportunidades para explorar patrones y tendencias en los discursos, lo que enriquece el análisis cualitativo y contribuye a una comprensión más profunda de los fenómenos sociales.

En conclusión, la implementación de IA en la transcripción de entrevistas no solo representa una evolución hacia métodos de investigación más eficientes y precisos, sino que también plantea nuevos desafíos que requieren un enfoque crítico y reflexivo por parte de los investigadores. La colaboración interdisciplinaria es esencial para maximizar el potencial de estas tecnologías, combinando el poder de la automatización con la experiencia y el juicio humano. Esta combinación asegura que se mantenga la calidad y la validez de los resultados, permitiendo a los investigadores aprovechar al máximo los avances tecnológicos sin comprometer la integridad del análisis cualitativo.

Referencias

Bazeley, P., & Jackson, K. (2013). *Qualitative data analysis with NVivo* (2.^a ed.). SAGE Publications Ltd.

- Benkerzaz, S., Tahri, U., Béchar, M., Elmir, Y., & Dennai, A. (2019). A study on automatic speech recognition. *Journal of Information Technology Review*, *10*, 77-85. <https://doi.org/10.6025/jitr/2019/10/3/77-85>
- Berkemer, R., & Grottke, M. (2023). Learning algorithms: What is artificial intelligence really capable of? En P. Klimczak & C. Petersen (Eds.), *Learning algorithms* (pp. 9–42). transcript Verlag. <https://doi.org/10.1515/9783839457320-003>
- Blecua, A. (1983). *Manual de crítica textual*. Castalia.
- García-Prieto, V., & Figuereo-Benítez, J. C. (2022). Accesibilidad de los contenidos televisivos para personas con discapacidad: Limitaciones y propuestas de mejora. *Contratexto*, *38*, 289–311. <https://doi.org/10.26439/contratexto2022.n038.5779>
- Girón-García, C., & Esbrí-Blasco, M. (2019). Analysing the digital world and its metaphoricity: Cybergenres and cybermetaphors in the 21st century. *Cultura, Lenguaje y Representacion*, *22*, 21–35. <https://doi.org/10.6035/CLR.2019.22.2>
- Greco, L., Galatolo, R., Horlacher, A. S., Piccoli, V., Ticca, A. C., & Ursi, B. (2019). Some theoretical and methodological challenges of transcribing touch in talk-in-interaction. *Social Interaction. Video-Based Studies of Human Sociality*, *2*(1). <https://doi.org/10.7146/si.v2i1.113957>
- Waddell, K. (2022, 24 de agosto). Lost in transcription: Auto-captions often fall short on Zoom, Facebook, Google Meet, and YouTube. *Consumer Reports*. <https://www.consumerreports.org/disability-rights/auto-captions-often-fall-short-on-zoom-facebook-and-others-a9742392879/>

- Kreuz, R. J., & Riordan, M. A. (2018). The art of transcription: Systems and methodological issues. En A. H. Jucker, K. P. Schneider, & W. Bublitz (Eds.), *Methods in pragmatics* (pp. 95–120). De Gruyter Mouton. <https://doi.org/doi:10.1515/9783110424928-003>
- Kvale, S. (2011). *Las entrevistas en investigación cualitativa*. Morata. <https://digitalia.puce.elogim.com/viewepub/?id=24037>
- Ligo, A. K., Rand, K., Bassett, J., Galaitsi, S. E., Trump, B. D., Jayabalasingham, B., Collins, T., & Linkov, I. (2021). Comparing the emergence of technical and social sciences research in artificial intelligence. *Frontiers in Computer Science*, 3, 653235. <https://doi.org/10.3389/fcomp.2021.653235>
- Lopezosa, C., Codina, L., & Boté-Vericad, J.-J. (2023). Testeando ATLAS.ti con OpenAI: Hacia un nuevo paradigma para el análisis cualitativo de entrevistas con inteligencia artificial. <https://repositori.upf.edu/handle/10230/56449>
- Lv, T., Yan, P., & He, W. (2019). On massive JSON data model and schema. *Journal of Physics: Conference Series*, 1302(2), 022031. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1302/2/022031>
- McMullin, C. (2023). Transcription and qualitative methods: Implications for third sector research. *VOLUNTAS: International Journal of Voluntary and Nonprofit Organizations*, 34(1), 140–153. <https://doi.org/10.1007/s11266-021-00400-3>
- Nagaraj, P., Muneeswaran, V., Rohith, B., Sai Vasanth, B., Veda Varshith Reddy, G., & Koushik Teja, A. (2023). Automated YouTube video transcription to summarized text using natural

- language processing. En *2023 International Conference on Computer Communication and Informatics (ICCCI 2023)*. <https://doi.org/10.1109/ICCCI56745.2023.10128375>
- Nagy, N. (2014). Transcription. En R. J. Podesva & D. Sharma (Eds.), *Research methods in linguistics* (pp. 235–256). Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9781139013734>
- O'Brien, S. (2020). *Translation, human-computer interaction and cognition*. Routledge.
- O'Shaughnessy, D. (2024). Trends and developments in automatic speech recognition research. *Computer Speech & Language*, 83, 101538. <https://doi.org/10.1016/j.csl.2023.101538>
- Ossa, F. (1993). *Historia de la escritura*. Editorial Planeta.
- Point, S., & Baruch, Y. (2023). (Re)thinking transcription strategies: Current challenges and future research directions. *Scandinavian Journal of Management*, 39(2), 101272. <https://doi.org/10.1016/j.scaman.2023.101272>
- Saldaña, J. (2016). *The coding manual for qualitative researchers* (3rd ed.). SAGE.
- Schade, U., Pritzkau, A., Claeser, D., & Winandy, S. (2023). Let's fool that stupid AI: Adversarial attacks against text processing AI. En P. Klimczak & C. Petersen (Eds.), *Learning algorithms* (pp. 267–284). transcript Verlag. <https://doi.org/10.1515/9783839457320-012>
- Seifert, I., Bürger, M., Wangler, L., Christmann-Budian, S., Rohde, M., Gabriel, P., Zinke, G., & Assistance, P. S. (2018). *Potential of artificial intelligence in Germany's producing sector*. <https://www.digitale-technologien.de/>

DT/Redaktion/EN/Downloads/Publikation/PAiCE_AI_Study.pdf?__blob=publicationFile&v=1

Silverman, D. (2013). *Doing qualitative research*. SAGE.

Wagner, J. (2022). Conversation analysis: Transcriptions and data. En C. A. Chapelle (Ed.), *The concise encyclopedia of applied linguistics* (pp. 296–303). <https://talkbank.org>

Wodak, R., Maingueneau, D., & Angermuller, J. (2014). *The discourse studies reader: Main currents in theory and analysis*. John Benjamins Publishing Company. <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=nlebk&AN=800889&lang=es&site=ehost-live>

Modelos basados en redes de conocimiento: Aplicación de conceptos y herramientas de IA

Gustavo D. Tripodi

En el contexto del *Workshop* INCOIN, cuyo lema fue “Inteligencia artificial aplicada a la educación superior”, mi presentación sobre la gestión del conocimiento en las organizaciones tuvo como objetivo central explorar la integración de herramientas de IA para potenciar la creación de organizaciones inteligentes. Para ello sintetizo las etapas clave que permiten llevar a una organización hacia el umbral de la inteligencia digital, comenzando con la identificación y formalización de la infraestructura existente en tecnologías de gestión y TICs, para luego avanzar hacia la creación de redes de conocimiento orientadas a favorecer la colaboración entre los miembros.

Abordé el rol crucial que juega la IA en este proceso, facilitando la recopilación, el análisis y la transformación de grandes volúmenes de datos en información útil. Así, es posible demostrar cómo las organizaciones pueden no solo optimizar sus procesos, sino también fomentar la innovación, mejorar la toma de decisiones y adaptarse rápidamente a los cambios del entorno. En particular, destaqué la capacidad de la IA para gestionar tanto el conocimiento formal como el tácito, reconociendo que este último, aunque difícil de codificar, es vital para el desarrollo organizacional.

Asimismo, subrayé la importancia de las redes de conocimiento como un componente esencial para el éxito de la gestión del conoci-

miento, ya que permiten la creación de comunidades temáticas interconectadas que promueven una comunicación fluida y la cooperación ordenada. Estas redes son fundamentales para la mejora continua de los procesos y la implementación de un sistema de gestión de calidad (SGC) robusto.

Discutí, además, las tendencias emergentes en el campo de la gestión del conocimiento, con un enfoque en el impacto de la transformación digital y el uso de algoritmos de ML, que permiten analizar datos de forma más eficiente y generar nuevos conocimientos.

Los paradigmas y conceptos que presenté se solapan y vinculan fuertemente. Las redes de conocimiento, los planes estratégicos, la IA y las normas para la implantación de un SGC convergen para generar la gestión de conocimiento en organizaciones inteligentes de base tecnológica. Las redes de conocimiento permiten mapear la arquitectura y dinámica de una organización o proyecto en modelos que se utilizan para analizar, comunicar e implementar procesos (Borgatti & Halgin, 2011). Este ámbito en red genera las condiciones para la mejora continua, en dirección y sentido de la calidad de manera integral e integrada. Tanto los SGC como las redes de conocimiento se basan en procesos cliente-proveedor.

Explicué que el plan estratégico tiene una íntima relación con los conceptos de calidad, y que la mejor manera de formular un proyecto y sus planes es a través de una red. Implantar un SGC lleva a la organización a un análisis interno y externo. Es necesario determinar las hipótesis de trabajo para lograr los propósitos, enfocar hacia la dirección estratégica, y minimizar los riesgos que afectan la capacidad para alcanzar los resultados previstos (Institute of Strategy, 2015). Esto implica determinar la influencia de las fortalezas (*skills*) y no con-

formidades (debilidades), así como detectar los riesgos (amenazas) y mercados (oportunidades) en relación con el contexto empresarial, de forma tal que se pueda medir cómo inciden sobre la implantación del SGC. Aquí es donde el plan estratégico, mediante el análisis FODA, y el SGC vuelven a complementarse, converger y solaparse.

Para visualizar estos conceptos, utilizo diagramas de Venn, donde se obtienen los mapas operativos, tácticos y estratégicos que representan los resultados de las redes, los planes estratégicos y el SGC. Con ellos armamos la red de conocimiento para la gestión de la empresa, que es el insumo ideal para aplicar las herramientas de IA. De esta manera, obtengo una vista general que representa la interacción y solapamiento de los cuatro pilares en los que baso mi trabajo: redes de conocimiento, SGC, planes estratégicos e IA.

En la presentación, me enfoqué en aportar una metodología de gestión en las organizaciones donde los datos y la información son relevantes para la obtención de conocimiento, con el objetivo de tomar mejores decisiones. Esto brinda un ámbito propicio para la interacción entre los interesados y el análisis profundo, que resultan en la creación de un buen clima de trabajo, el aumento de la imagen de la empresa, la reducción de costos y el incremento de los beneficios. Concluí con una reflexión sobre los desafíos y oportunidades que enfrentan las organizaciones al implementar estas tecnologías, ilustrando los conceptos mediante casos de éxito que han logrado avances significativos al integrar la IA en sus sistemas de gestión del conocimiento.

Visión interdisciplinaria

En la segunda década de este siglo, la evolución del uso de la tecnología se ha acelerado considerablemente. La disrupción tecnológica

se vio impulsada por la pandemia, lo que potenció una transformación que ya estaba en curso. Estos cambios han afectado y promovido una evolución en la forma en que se formulan, evalúan y gestionan proyectos (Kumar, 2020). A esto se suma la expansión de herramientas de IA, que han transformado significativamente el panorama (Davenport & Kirby, 2016).

Centrados en proyectos de base tecnológica, donde la complejidad es multidimensional, el nuevo escenario se presenta caótico. La misión es clara: Transmitir metodologías, conceptos y enfoques que permitan abordar, analizar, planificar y gestionar proyectos de innovación, aplicando herramientas inteligentes en el marco de la gestión del conocimiento (Nonaka & Takeuchi, 1995). A través de la implementación de redes de conocimiento y la integración de IA, se puede asegurar una gestión más eficiente, adaptable y orientada hacia la mejora continua (Senge, 2006).

En este contexto, la interdisciplinariedad emerge como un pilar fundamental. En proyectos de base tecnológica, no solo se necesita el conocimiento técnico, sino también la capacidad de integrar diversas disciplinas que permitan una visión holística. Esta integración posibilita abordar problemas desde distintos ángulos, mejorando la capacidad de innovación y adaptación en entornos dinámicos.

Implementación del plan estratégico en la red de conocimiento

Para que una organización transite hacia la gestión del conocimiento, debe trabajar en su red de conocimiento, lo que le permitirá crear un ambiente propicio para la comunicación fluida, la coopera-

ción estructurada y el desarrollo de comunidades temáticas interconectadas (Nonaka & Toyama, 2003). Este enfoque posibilita mapear la infraestructura y dinámica organizativa en modelos útiles para analizar, comunicar e implementar procesos de mejora continua con un enfoque en la calidad (Senge, 2006).

El plan estratégico proporciona el ámbito adecuado para la difusión y el involucramiento de los interesados, además de solapar sus conceptos con los de calidad (Drucker, 2002). Las redes de conocimiento constituyen el escenario ideal para implementar con éxito el plan estratégico, asegurando que todos los niveles de la organización estén alineados y comprometidos con los objetivos establecidos (Deming, 1986).

Para comprender qué es un SGC y cuál es su alcance dentro de las organizaciones, es necesario entender los conceptos que se articulan en torno a esta noción.

El impacto de la inteligencia artificial en la gestión del conocimiento

La IA ha transformado profundamente la forma en que las organizaciones gestionan el conocimiento (Russell & Norvig, 2021). En el ámbito de la planificación de proyectos, la IA es capaz de analizar grandes volúmenes de datos históricos, generar predicciones sobre tiempos y costos, y detectar patrones ocultos que podrían pasar desapercibidos para los gestores humanos (Bishop, 2016). Esto permite formular planes más ajustados a la realidad y mejorar la previsión de posibles problemas o desviaciones (Mitchell, 1997).

Además, la IA contribuye significativamente a la gestión de recursos, optimizando la asignación de personal, materiales y tiempo en función de las necesidades del proyecto y su disponibilidad (Davenport, 2018). Por ejemplo, algoritmos de ML pueden predecir cuellos de botella en los procesos o identificar áreas donde la automatización puede aumentar la eficiencia sin comprometer la calidad (Goodfellow, Bengio & Courville, 2016).

El monitoreo en tiempo real es otra de las grandes ventajas que ofrece la IA en la gestión de proyectos, ya que permite alertar sobre desviaciones y posibles problemas antes de que generen mayores complicaciones (Buchanan, 2019). La capacidad de los sistemas inteligentes para reaccionar de manera proactiva, y no solo reactiva, es clave en la gestión moderna de proyectos, donde los márgenes de error son cada vez más reducidos.

A pesar de su potencial, es importante destacar que la IA no puede reemplazar completamente la intuición y el juicio humano, especialmente en la resolución de problemas complejos y en la toma de decisiones críticas (Tegmark, 2017). La clave para el éxito radica en la colaboración fluida entre la IA y los gestores, uniendo las fortalezas de ambos (Daugherty & Wilson, 2018). Mientras la IA se encarga de los análisis cuantitativos y la detección de patrones, los gestores humanos deben interpretar esos resultados dentro de un contexto más amplio y subjetivo, aplicando su experiencia y criterio.

Interacción en la toma de decisiones en proyectos de base tecnológica

La mejor forma de interactuar en la toma de decisiones en proyectos de base tecnológica entre el ser humano y la IA es mediante una colaboración estrecha y una comunicación clara (Ford, 2020). Mientras la IA se destaca en el análisis de grandes cantidades de datos y la detección

de patrones, los seres humanos aportan el juicio subjetivo necesario para considerar factores cualitativos, tales como las implicaciones éticas o el impacto en la cultura organizacional (Brynjolfsson & McAfee, 2014).

Definir roles y responsabilidades es crucial para una interacción efectiva. Al establecer líneas claras de comunicación y criterios objetivos para la toma de decisiones, se puede optimizar la colaboración entre ambos actores. El ser humano sigue siendo fundamental para aportar creatividad y adaptabilidad en situaciones de alta incertidumbre o complejidad, donde los modelos basados en datos históricos pueden no ser suficientes.

Un ejemplo claro es el uso de IA en la gestión de proyectos de innovación. Si bien los sistemas de IA pueden predecir ciertos resultados basándose en datos previos, es posible que no logren anticipar todos los factores que influyen en el desarrollo de un nuevo producto o servicio, especialmente cuando se exploran territorios completamente nuevos (Hinton, 2012). Aquí es donde el juicio humano, basado en la experiencia y la intuición, juega un papel indispensable (Kurzweil, 2005).

Conclusión

La Industria 4.0 está ejerciendo una presión coercitiva sobre las pequeñas y medianas empresas (pymes), empujándolas hacia el umbral del conocimiento, bajo el riesgo de no poder subsistir si no se adaptan (Schwab, 2017). Los modelos propuestos acompañan a las empresas en su camino hacia la sustentabilidad. Aquellas que adopten medidas de trazabilidad para reducir la contaminación y la huella de carbono tendrán acceso a financiamiento y proyectos atractivos (Porter & He-

ppelmann, 2015). Por ello, es imprescindible trabajar en la gestión de calidad a través de redes de conocimiento, incorporando herramientas de inteligencia digital para lograr empresas más limpias y sostenibles.

La IA está llamada a jugar un papel central en la transformación de proyectos tecnológicos y en la gestión del conocimiento en el entorno empresarial moderno. En resumen, la integración entre la tecnología, la IA y los seres humanos es la clave para una gestión exitosa en la era de la digitalización y el conocimiento.

Referencias

- Bishop, C. M. (2016). *Pattern recognition and machine learning*. Springer.
- Borgatti, S. P. & Halgin, D. S. (2011). On network theory. *Organization Science*. pp. 1168-1181.
- Brynjolfsson, E., & McAfee, A. (2014). *The second machine age: Work, progress, and prosperity in a time of brilliant technologies*. W. W. Norton & Company.
- Buchanan, B. G. (2019). *A (very) short history of artificial intelligence*. Springer.
- Daugherty, P. R. & Wilson, H. J. (2018). *Human + machine: Reimagining work in the age of AI*. Harvard Business Review Press.
- Davenport, T. H. (2018). *The AI advantage: How to put the artificial intelligence revolution to work*. MIT Press.
- Davenport, T. H., & Kirby, J. (2016). *Only humans need apply: Winners and losers in the age of smart machines*. HarperCollins.
- Deming, W. E. (1986). *Out of the Crisis*. MIT Press.

- Drucker, P. F. (1999). *Management challenges for the 21st century*. HarperCollins.
- Drucker, P. F. (2002). *The essential drucker*. HarperCollins.
- Ford, M. (2020). *Rule of the robots: How artificial intelligence will transform everything*. Basic Books.
- Goodfellow, I., Bengio, Y., & Courville, A. (2016). *Deep learning*. MIT Press.
- Hinton, G. (2012). *Neural networks for machine learning*. [Curso en línea] Coursera.
- International Organization for Standardization. (2015). *ISO 9000:2015. Sistemas de gestión de la calidad – Conceptos y vocabulario – Requisitos* (Traducción oficial al español). Secretaría central de ISO.
- Kurzweil, R. (2005). *The singularity is near: When humans transcend biology*. Viking.
- Kumar, K. (2020). *Technology and project management in the digital age*. Palgrave Macmillan.
- Mitchell, T. M. (1997). *Machine learning*. McGraw-Hill.
- Nonaka, I., & Takeuchi, H. (1995). *The knowledge-creating company: How Japanese companies create the dynamics of innovation*. Oxford University Press.
- Nonaka, I., & Toyama, R. (2003). *The knowledge-creating theory revisited: Knowledge creation as a synthesizing process*. Palgrave Macmillan.
- Russell, S., & Norvig, P. (2021). *Artificial intelligence: A modern approach*. (4th ed.). Pearson.
- Senge, P. M. (2006). *The fifth discipline: The art and practice of the learning organization*. Doubleday/Currency.
- Tegmark, M. (2017). *Life 3.0: Being human in the age of artificial intelligence*. Knopf.

Caracterización de uso de ChatGPT en el espacio educativo preprofesional: Estrategias de instrumentalización y cyborg-habilidades

En esta exposición se presentan los resultados preliminares de la investigación sobre el uso de ChatGPT en el espacio educativo preprofesional. El estudio surge de la necesidad de explorar el impacto de la IAG en el ecosistema productivo y su articulación en las dinámicas educativas de profesionalización. El interés reside en identificar las limitaciones y potencialidades en las relaciones sociotécnicas entre humanos e IAG, específicamente en el denominado espacio pre-ocupacional, entendido como un espacio de transición entre las dinámicas profesionalizantes (universidad) y el medio laboral (trabajo).

La investigación aporta a la discusión sobre las competencias promovidas por el currículo universitario y su posicionamiento dentro de un sistema sociotécnico, en el cual la IAG está transformando todas las formas de trabajo. El marco referencial utilizado se organiza en torno a tres conceptos clave: a) competencias y habilidades en términos generales; b) competencias y habilidades vinculadas a las capacidades cognitivas, sus usos y límites; y c) el espacio educativo preprofesional. Asimismo, se incorpora la discusión epistémica de los diálogos entre las perspectivas de lo *cyborg*, los factores humanos y la ergonomía.

Se adoptó un enfoque de métodos mixtos y experimentales, combinando análisis cualitativos, cuantitativos y exploratorios para caracterizar y

analizar la interacción humano–IAG de un grupo de 36 sujetos durante tareas conceptuales, de ejecución y resolutivas. Los sujetos fueron reclutados mediante contacto directo de docentes de distintas disciplinas. Todos eran hablantes nativos de español, con una edad media de 21 años ($SD = 1,25$); 15 hombres y 19 mujeres. Los criterios de inclusión exigían que fueran estudiantes regulares de una universidad y que hubieran completado al menos el 90% de su programa académico, incluyendo un mínimo de 120 horas de prácticas preprofesionales.

La metodología del estudio se estructuró en tres fases:

Fase 1) Entrevista preliminar: Se utilizó una técnica exploratoria para recolectar información pertinente al *UseCase*;

Fase 2) *UseCase* experimental: Se desarrollaron tareas específicas;

Fase 3) Entrevista posterior: Se aplicaron técnicas de confrontación para comprender el punto de vista del sujeto durante la interacción.

Todos los participantes firmaron el consentimiento informado y el acuerdo de manejo de datos personales aprobados por el CEI-SH-PUCE (EO-29-2023).

El *UseCase* experimental empleó esta estructura:

1) Tarea conceptual: El sujeto solicitaba a ChatGPT ayuda para comprender un concepto difícil dentro de su campo de estudio.

2) Tarea de ejecución: Consistía en pedir asistencia a ChatGPT para realizar una tarea compleja en su área disciplinar.

3) Tarea resolutiva: Implicaba pedir apoyo a ChatGPT para resolver una situación problemática de su práctica preprofesional.

Las tareas se formularon de forma genérica, pero se adaptaron a la realidad de cada participante con base en la entrevista inicial. Durante la experiencia se registraron cuatro tipos de variables: lingüísticas, físicas, psicofisiológicas y gestuales.

Para el registro de datos se utilizó la interfaz gráfica de ChatGPT v3.5 en un monitor HP de 21 pulgadas. Se sincronizó la toma de datos periféricos (teclado y *mouse*), junto con la grabación en video del rostro mediante una cámara web Logitech C270 HD (720p) y el registro de actividad psicofisiológica (EEG, frecuencia cardiaca y movimientos de cabeza) utilizando una banda Muse 2. La sincronización en tiempo real fue posible gracias a *scripts* diseñados en Python 3.7 específicamente para esta investigación.

Luego de la presentación de resultados, se identificó la necesidad de desarrollar competencias específicas relacionadas con la cadencia y modulación de la interacción, el uso de dependencias conversacionales y el diseño de *prompts*. Los hallazgos evidencian:

1) Gestión del ritmo conversacional: Controlar el flujo de información es crucial para evitar la sobrecarga cognitiva.

2) Recursos lingüísticos estratégicos: El uso semántico y sintáctico adecuado permite articular eficazmente la interacción con la IA, favoreciendo resultados pertinentes.

3) *Cyborg*-competencias: La tecnología no exige exclusivamente competencias digitales tradicionales. Se propone una rendición centrada en habilidades que involucran tecnologías más antiguas y humanas, como el lenguaje.

Sobre los conceptos clave y su relación interdisciplinaria

La investigación se inserta en la dinámica de interdisciplinariedad promovida por el *Workshop* INCOIN. Propone una visión del uso de la IA en diálogo con el ser humano,

abordando sus límites y potencialidades desde una perspectiva que supera el tecnocentrismo. Se considera al ser humano como organismo complejo y viviente, destacando los recursos que moviliza al interactuar con sistemas de IA.

Se plantea una lógica instrumental en lugar de una puramente artefactual. Si bien se reconocen los aportes sustanciales de esta tecnología en campos como la visión por computadora (RA, imágenes médicas, etc.), también se cuestiona su papel en la actividad cooperativa humano-máquina.

Se hace énfasis en las competencias necesarias para que dicha cooperación emerja, trascendiendo el potencial técnico de la IA. Esta herramienta, con su capacidad de transcribir entrevistas o identificar patrones en la toma de decisiones y la gestión del conocimiento, depende de un ser humano activo: con objetivos, limitaciones y potencialidades, juicio, experiencia y creatividad. Un ser humano en actividad.

Sobre la idea de competencias y sus aportes al debate interdisciplinar

Cuando se piensa en competencias, lo más común es referirse a los conocimientos, habilidades y destrezas desarrollados por el ser humano a lo largo de su vida académica y profesional (Winterton, 2002). Sin embargo, para esta discusión interdisciplinaria, resulta relevante incorporar una dimensión temporal y la lógica anticipatoria y cognitiva de la naturaleza humana. Las competencias, además de ser conocimientos, habilidades y destrezas adquiridas, deben entenderse

como recursos latentes y disponibles para una acción futura; es decir, adquieren sentido únicamente cuando son efectivamente utilizadas durante una actividad futura.

En el marco del debate interdisciplinario, dicha actividad futura puede ser realizada por un profesional de la salud que analiza imágenes médicas, un gerente que identifica información clave para la toma de decisiones, un comunicador que transcribe entrevistas para su próximo artículo, o un diseñador o ingeniero que articula experiencias sensoriales mediante RA. En todas estas situaciones, la IA no opera de forma aislada ni simplemente como una herramienta pasiva al servicio del usuario. Se trata de una cooperación humano-IA, donde ambos participan en una actividad orientada a un objetivo más complejo.

Desde la lógica universitaria y de profesionalización, esta estructura de competencias (conocimientos, habilidades y destrezas) es gestionada a través del currículo y debe garantizar que los estudiantes, una vez culminado su proceso formativo, se integren adecuadamente al mercado laboral (Quintini, 2014). Bajo esta perspectiva, dicha integración implica un valor agregado, determinado por la cualificación para afrontar acciones futuras de trabajo (como saber cooperar con IAs) y por la capacidad de movilidad dentro del mercado laboral, dependiendo del repertorio de competencias específicas disponibles para establecer relaciones cooperativas en entornos laborales sociotécnicos con agentes cognitivos artificiales.

Por tanto, en este debate interdisciplinario resulta fundamental no pensar el uso de la IA exclusivamente desde una óptica procedimental o desde sus aportes como herramienta tecnológica. Debe entenderse como parte de una transacción compleja entre humanos e IAs, que se articula en función de una actividad y un objetivo compartido.

Sobre el uso de competencias y el uso de tecnología

Centrados en la noción de uso, es necesario repensar las competencias desde un enfoque más pragmático: ¿Cómo se usan las competencias? En este punto, es pertinente introducir el concepto de competencias cognitivas (Winterton, 2002), las cuales se enfocan en el uso activo del conocimiento y las habilidades. Estas competencias están vinculadas a estrategias de utilización de estructuras y procesos cognitivos de alto nivel, como memorizar, aprender o tomar decisiones, y a cómo estos procesos se trasladan con éxito a la actividad profesional.

La competencia cognitiva implica necesariamente dos componentes:

- 1) El conocimiento sobre las propias funciones superiores (metacognición).
- 2) Los esquemas de uso que el sujeto ha desarrollado (Vergnaud, 2011), es decir, la manera en que moviliza sus recursos para afrontar una actividad presente o futura.

En el ámbito de la profesionalización, un ejemplo de esto puede expresarse así:

- ¿Qué sabe un médico, arquitecto o abogado?
- ¿Cómo actúa en su trabajo individual o colaborativo?
- ¿Qué estrategias prácticas y de aprendizaje genera dentro su práctica profesional?

Una persona con buenas competencias cognitivas será capaz de actuar con coherencia, eficiencia y creatividad. En consecuencia, los espacios universitarios de profesionalización deberían diseñar estructuras curriculares que permitan a los futuros

profesionales incorporar a su repertorio una serie de competencias que faciliten las complejas relaciones entre esferas: personal-social, reflexiva-interpersonal y ética-moral.

A ello se añade un aspecto contemporáneo clave: estas esferas están cada vez más permeadas por tecnologías con agencia cognitiva, capaces de simular o replicar habilidades complejas como la toma de decisiones, la categorización o la resolución de problemas. Por tanto, la pregunta ya no es simplemente: ¿qué hace un médico?, sino:

- ¿Qué hace un médico en cooperación con una IA?
- ¿Cómo realiza su trabajo mediado por una IA?
- ¿Qué lo distingue dentro de un sistema laboral donde interactúan cooperativamente agentes cognitivos humanos y artificiales?

Desde esta perspectiva, proponemos que la discusión interdisciplinaria debe abordar no solo el uso de tecnologías, sino también el uso de competencias que permiten establecer relaciones significativas entre la cognición humana y la IA.

Estas relaciones no son instrumentales en sentido estricto, sino que constituyen formas emergentes de cooperación que redefinen el trabajo profesional en la era digital.

Sobre el espacio educativo preprofesional y su importancia en la discusión tecnológica actual

Cada vez que emergen nuevas tecnologías, la discusión académica y los espacios de profesionalización suelen centrarse en cómo incluirlas en el currículo o en el proceso educativo, generalmente como

un fin en sí mismo. Sin embargo, pocas veces se aborda este desafío desde una perspectiva sistémica que conecte los espacios formativos con los productivos. En ese sentido, es pertinente introducir en el debate interdisciplinario la noción de “espacio educativo preprofesional”, entendida como una transición tempo-espacial de una persona en formación hacia el ámbito laboral.

Esta transacción es temporal, en tanto ocurre en un momento específico —por lo general, hacia los niveles finales del proceso formativo, como en las prácticas profesionales— delimitado por el currículo. Al mismo tiempo, es espacial, ya que implica un desplazamiento desde un entorno sociotécnico educativo (la universidad) hacia uno laboral (el trabajo).

Ahora bien, en un contexto de transición tecnológica, este espacio preprofesional requiere un análisis adicional. Esta nueva capa de análisis genera interrogantes centrales para esta investigación y fundamenta su ubicación en el marco de la discusión interdisciplinaria:

- ¿Cuáles son las habilidades laborales futuras en el contexto tecnológico actual?
- ¿Cómo se manifiestan capacidades como la realidad aumentada con uso de IA, análisis médico mediado por IA, o la gestión comunicacional asistidas por IA?
- Si estas son habilidades emergentes, ¿qué estructuras de conocimiento deben existir y ser facilitadas hoy para que los futuros trabajadores sean capaces de emplear herramientas basadas en IA —en particular, IAG?
- ¿Es necesario entonces un nuevo marco de competencias específicas para tal fin?
- ¿Cómo pueden retroalimentarse los planes de estudio universitarios para incorporar esta perspectiva?

Por lo tanto, se busca explorar y discutir cuál es el repertorio de competencias necesario para lograr una sinergia entre la expresión de las capacidades humanas y la performance de tecnologías emergentes como la IAG.

Aproximaciones teóricas y conceptuales que aportan a la discusión interdisciplinaria

Este ejercicio investigativo no puede desentenderse de la extensa tradición teórica en torno a las relaciones humano-máquina. Por tanto, resulta imprescindible recuperar al menos dos aproximaciones relevantes para el diálogo interdisciplinario que aquí se propone:

- 1) La concepción de lo *cyborg* como la fusión entre tecnología y ser humano para la potenciación de sus capacidades.
- 2) La visión desde los factores humanos y la ergonomía, que analiza cómo adaptar herramientas y entornos de trabajo a las personas.

En cuanto a la idea de lo *cyborg*, su articulación epistémica se remonta a la cibernética clásica de Wiener (1948), entendida como el estudio del flujo de mensajes entre humanos y máquinas, y especialmente de los mensajes eficaces para el control. Esta visión resulta pertinente en relación con las competencias y el uso. El término *cyborg* surge como la contracción de organismo cibernético, es decir, un ente capaz de interactuar eficientemente con mensajes humanos y de máquinas.

A esta línea se suma la visión de Clynes y Kline (1960), quienes imaginaron al *cyborg* como un humano “aumentado” capaz de sobrevivir en ambientes extremos, como el espacio exterior. Posteriormente, las

reflexiones críticas y sociopolíticas de Haraway (1984) redefinieron lo *cyborg* como una criatura híbrida —máquina y organismo viviente— que trasciende lo ficticio para convertirse en una realidad sociocultural.

A su vez, se incorporan visiones contemporáneas inspiradas por el postextractivismo y el posthumanismo, entre ellas la propuesta de exodarwinismo de Serres (2001), que plantea un proceso evolutivo natural hacia tecnologías que exteriorizan medios adaptativos del ser humano (teléfonos inteligentes, computadoras, IA, etc.). Estas transformaciones, desarrolladas desde las ciencias cognitivas aplicadas, son abordadas críticamente por los estudios sociales de la ciencia y la tecnología (SST), al señalar una convergencia hacia la hibridación humano-máquina (Kyrou, 2011).

Por otro lado, desde la visión práctica y productiva de la relación humano-máquina, la ergonomía y los factores humanos aportan elementos esenciales al debate. Destacan aquí:

- Las relaciones humano-máquina en contextos de producción (Hoc, 2004).
- La interacción con artefactos en situaciones contextualizadas (Falzon, 2004).
- Los esquemas de concepción centrados en el diseño participativo y en el usuario (Brangier & Bastien, 2010).
- La teoría de la génesis instrumental (Rabardel, 1995), que plantea una articulación intencional entre las capacidades humanas y las posibilidades tecnológicas para lograr un objetivo.

Este trabajo propone discutir cómo las competencias y habilidades de los nuevos profesionales deben considerar estos espacios de “aumentación humana” o *cyborgismos*, frente a una revolución tecnocientífica marcada por el surgimiento de nuevas formas de IA que

entrelazan capacidades cognitivas humanas y artificiales en sistemas productivos complejos.

Sobre la decisión de una investigación aplicada e interdisciplinaria

Finalmente, se busca contribuir al debate interdisciplinario desde una visión aplicada que trascienda la reflexión puramente epistémica. Por esta razón, se decidió convocar a colegas de diversas disciplinas para desarrollar métodos exploratorios basados en evidencia científica, combinando técnicas de los factores humanos, la ergonomía y las ciencias cognitivas con el objetivo de analizar el uso de la IA en toda su amplitud.

Este análisis, no obstante, parte de una convicción fundamental: el uso de la IA solo puede entenderse en tanto ocurre dentro de actividades realizadas por personas reales, en contextos de trabajo concretos, con herramientas tecnológicas reales, y en situaciones prácticas significativas. En otras palabras, el foco de esta investigación no es la IA como fenómeno técnico abstracto, sino su uso situado, mediado por seres humanos que hacen cosas reales, en entornos reales.

Referencias

Brangier, É., & Bastien, C. (2010). L'évolution de l'ergonomie des produits informatiques: Accessibilité, utilisabilité,

- émotionnalité et influençabilité. En *Ergonomie, conception de produits et services médiatisés* (pp. 307-328). Presses Universitaires de France. <https://doi.org/10.3917/puf.lepo.2010.01.0307>
- Clynes, M. E., & Kline, N. S. (1960). *Cyborgs and space*.
- Falzon, P. (2004). *Ergonomie*. Presses Universitaires de France. <https://www.cairn.info/ergonomie--9782130514046.htm>
- Haraway, D. (1984). A cyborg manifesto: Science, technology, and socialist-feminism in the late 20th Century. En J. Weiss, J. Nolan, J. Hunsinger, & P. Trifonas (Eds.), *The international handbook of virtual learning environments* (pp. 117-158). Springer https://doi.org/10.1007/978-1-4020-3803-7_4
- Hoc, J.-M. (2004). Vers une coopération homme-machine en situation dynamique. En P. Falzon (Ed.), *Ergonomie* (pp. 269-283). Presses Universitaires de France. <https://doi.org/10.3917/puf.falzo.2004.01.0269>
- Kyrou, A. (2011). Nous sommes tous des cyborgs. *Multitudes*, 44(1), 179-187. <https://doi.org/10.3917/mult.044.0179>
- Montmollin, M. de, & Amalberti, R. (1995). *Vocabulaire de l'ergonomie*. Octarès Éditions.
- Quintini, G. (2014). *Skills at work: How skills and their use matter in the labour market* (OECD Social, Employment and Migration Working Papers No. 158). OECD Publishing <https://doi.org/10.1787/5jz44fdjm7j-en>
- Rabardel, P. (1995). *Les hommes et les technologies; Approche cognitive des instruments contemporains*. Armand Colin. <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01017462/document>
- Serres, M. (2001). *Hominescence: Essais*. Éditions Le Pommier.

- Vergnaud, G. (2011). La pensée est un geste: Comment analyser la forme opératoire de la connaissance. *Enfance*, 2011(1), 37. <https://doi.org/10.4074/S0013754511001042>
- Wiener, N. (1948). *Cybernetics: Or control and communication in the animal and the machine* (2nd ed.). MIT Press.
- Winterton, J. (2002). *Entrepreneurship: Towards a competence framework for developing SME managers*. *European Journal of Work and Organizational Psychology*

Síntesis de la coordinadora de innovación

El epicentro de este panel fueron las innovaciones tecnológicas emergentes en la educación mediante la IA, con un enfoque especial en la RA, la transcripción automatizada, el uso de redes de conocimiento y las nuevas capacidades emergentes en los espacios educativos preprofesionales. A continuación, se presenta un breve resumen de los temas discutidos, los cuales son relevantes para el desarrollo docente:

La realidad aumentada: ¿Puede potenciar a la inteligencia artificial? Iván Santelices Malfanti

Este tema exploró la convergencia entre la RA y la IA, y cómo esta combinación puede enriquecer las experiencias educativas. La RA puede complementar a la IA al superponer información visual y contextual en el entorno físico del estudiantado. Al combinar las capacidades predictivas y analíticas de la IA con experiencias inmersivas, se

pueden crear entornos educativos más dinámicos. De esta manera, el aprendizaje se vuelve interactivo, permitiendo la manipulación de conceptos abstractos, su visualización en un espacio tridimensional y en tiempo real, facilitando la comprensión de temas complejos.

La inteligencia artificial en la transcripción de entrevistas

La automatización fue abordada como un factor clave para la investigación y la educación, dado que aporta eficiencia y precisión. La IA puede transcribir grandes volúmenes de datos de forma más rápida y precisa que los métodos tradicionales, ahorrando tiempo a los investigadores y docentes. Además, más allá de la simple transcripción, se discutieron herramientas que analizan y categorizan la información obtenida, facilitando el estudio de tendencias y temas emergentes. Sin embargo, se identificaron desafíos asociados con la precisión de las transcripciones en contextos con ruido, presencia de dialectos o uso de terminología técnica, lo que constituye una barrera en ciertas aplicaciones.

Modelos basados en redes de conocimiento: Aplicación de conceptos y herramientas de IA

Estos modelos permiten conectar y aplicar conceptos de manera más eficiente en el ámbito educativo. Las redes de conocimiento basadas en IA organizan y vinculan conceptos en una estructura semántica que facilita la navegación y el aprendizaje. Esto favorece un aprendizaje más profundo y significativo, particularmente en asignaturas

que requieren relaciones interdisciplinarias, como ciencias naturales o estudios sociales.

Caracterización del uso de ChatGPT en el espacio educativo preprofesional: Estrategias de instrumentalización y cyborg-habilidades
Cristóbal Arrieta

Se abordó cómo el estudiantado puede desarrollar nuevas habilidades tecnológicas en combinación con capacidades humanas mediante el uso de ChatGPT. Se discutieron diversas estrategias para emplear esta herramienta en entornos preprofesionales, desde la resolución de problemas técnicos hasta su uso como asistente en la elaboración de documentos. Además, se introdujo el concepto de *cyborg-habilidades*, que alude a la capacidad de combinar destrezas humanas (como la creatividad, el juicio crítico y la toma de decisiones) con herramientas tecnológicas avanzadas, con el fin de mejorar el desempeño profesional. Se enfatizó la necesidad de enseñar un uso ético de estas herramientas, evitando una dependencia excesiva que menoscabe el razonamiento y la resolución autónoma de problemas.

Resonancia magnética, inteligencia artificial y optimización: convergencia hacia grandes oportunidades y desafíos

Este apartado abordó la intersección entre la IA y la resonancia magnética, y sus aplicaciones en la educación, la ciencia y la investigación. La IA está transformando el uso de esta tecnología al mejorar

la precisión de los diagnósticos y reducir los tiempos de análisis de imágenes. Su implementación en entornos educativos permite que el estudiantado de ciencias de la salud y afines se beneficie en el análisis e interpretación de datos médicos complejos, generando nuevas oportunidades de aprendizaje. No obstante, también se destacaron desafíos relacionados con los costos, la accesibilidad tecnológica y la necesidad de formar a los estudiantes para operar con estos nuevos sistemas.

En síntesis, el panel demostró que la integración de la IA con tecnologías emergentes como la RA, la resonancia magnética y las redes de conocimiento tiene el potencial de crear nuevas oportunidades de aprendizaje y optimizar procesos tanto educativos como profesionales. Sin embargo, también se subrayó la importancia de abordar los desafíos éticos, tecnológicos y pedagógicos que conlleva el uso creciente de estas herramientas, tanto para docentes como para estudiantes. Asimismo, se propuso el desarrollo de proyectos colaborativos que permitan al estudiantado explorar estas tecnologías en entornos reales o simulados, especialmente en campos como la salud y la ingeniería.

Rápida mirada del presentador-moderador

La IA, desde que Alan Turing propuso su revolucionario método para discernir entre una máquina y un ser humano, se ha consolidado como uno de los campos de estudio más trascendentales de la era moderna. Aquel experimento seminal, que hoy conocemos como el test de Turing, no solo abrió el camino hacia la concepción de máquinas inteligentes, sino que planteó una cuestión fundamental sobre los límites de la cognición y la autonomía artificiales. Desde entonces,

han transcurrido más de siete décadas, y el avance ha sido tan formidable que la línea divisoria entre la inteligencia humana y la artificial se torna cada vez más difusa, y sus aplicaciones, infinitas.

Actualmente, herramientas y sistemas inteligentes han dejado de ser exóticos experimentos de laboratorio para convertirse en parte integral de la vida cotidiana, con costos y accesibilidad en constante mejora.

Ante esta realidad, surgen preguntas inevitables: ¿Hasta dónde se extenderá esta ola imparable? ¿Cuál será el alcance de una tecnología que desafía con creciente intensidad las estructuras éticas, sociales y epistemológicas que sostienen nuestra concepción de lo humano?

En el *Workshop* INCOIN, tuvimos el privilegio de contar con ponentes de destacada trayectoria en diversas disciplinas. No solo demostraron un profundo dominio académico, sino también una vasta experiencia en la aplicación práctica de sus conocimientos, lo que les ha permitido experimentar con herramientas innovadoras en entornos reales. Esta sinergia entre teoría y práctica ofreció una visión enriquecida de la IA, tratada desde un enfoque genuinamente interdisciplinario que enfatiza su utilidad pragmática.

A lo largo de sus intervenciones, los expertos revelaron cómo la IA contribuye a resolver desafíos de envergadura sin precedentes, al tiempo que recalcaron la necesidad de mantener una consideración rigurosa sobre sus aspectos técnicos, sociales y éticos. Gracias a esta visión integral, se logró una comprensión más profunda de las rutas posibles para abordar los desafíos y dilemas futuros que habrán de sortearse a medida que la IA avance hacia una etapa de madurez aún más amplia e influyente.

La primera exposición exploró la intersección entre la RA y la IA, partiendo de la hipótesis de que la IA amplifica el potencial de la RA

desde múltiples dimensiones. Iván Santelices planteó un enfoque provocador al afirmar: “La realidad aumentada y la IA no deberían ir juntas”, sugiriendo que la primera está orientada a crear experiencias inmersivas y sensoriales, mientras que la IA se enfoca en el análisis y procesamiento de datos complejos, lo cual les confiere naturalezas fundamentalmente distintas. De hecho, la IA posee cualidades que la vuelven incomparablemente adaptativa y autónoma, permitiéndole tomar decisiones basadas en patrones y aprendizaje continuo, algo que la RA, en su forma actual, no puede realizar. A pesar de esta visión, el consenso final apunta a que ambas tecnologías, si bien distintas en esencia, pueden complementarse hacia un objetivo común: Hacer más fácil la vida de las personas, argumentación clara de la interdisciplinariedad.

La implementación de la IA en el ámbito empresarial se ha concretado de manera notable, especialmente en la mejora de procesos y la ejecución de estrategias a través de redes de conocimiento. En mi experiencia como consultor, uno de los desafíos más persistentes ha sido la dificultad para mapear, organizar y optimizar los procesos de negocio, una labor que la IA ha transformado al facilitar la transferencia efectiva del conocimiento humano hacia sistemas capaces de analizar diversas perspectivas, evaluar posibles impactos y ofrecer soluciones alternativas en tiempo real. Como indicó Gustavo Tripodi, “una mala solución lleva al fracaso”; por lo tanto, el respaldo que brinda la IA —a pesar de que actualmente se opera en un contexto de “IA débil”— posee un potencial considerable con impactos significativos.

Dos de las presentaciones se enfocaron en las aplicaciones de la IA en los campos de la comunicación y la educación, respectivamente. En el primer caso, Jorge Cruz abordó el reto de transcribir entrevistas a partir de grabaciones, demostrando cómo la IA puede resolver de ma-

nera efectiva el problema técnico de convertir audio en texto y luego transcribirlo y comprenderlo, algo que antes, con PLN y herramientas básicas, no era posible de realizar tan fácilmente como ahora. La IAG, en este sentido, juega un rol superior. Sin embargo, destacó que contextualizar los contenidos sigue siendo un desafío considerable, ya que, sin este contexto, las conclusiones pueden resultar completamente erróneas. De manera complementaria, se presentaron avances en el uso de la IA para evaluar las competencias y habilidades técnicas y cognitivas de los estudiantes, con el objetivo de identificar patrones negativos que puedan ser corregidos de manera oportuna.

Finalmente, Denis Chávez, en su intervención, subrayó la necesidad de establecer un nuevo marco conceptual que permita comprender la IA y maximizar su potencial, lo que implica una profunda comprensión de sus limitaciones y capacidades.

Por otro lado, junto a Cristóbal Arrieta, vimos la aplicación de la IA en el ámbito médico, particularmente en la detección de anomalías a través de resonancias magnéticas. Esta aplicación ha demostrado ser un avance significativo, ya que permite a los especialistas realizar diagnósticos más precisos y rápidos. En este contexto, la incorporación de la RA puede optimizar aún más la precisión en la identificación de patologías, ya que actúa como un complemento a la labor que realiza la IA convencional, la cual, aunque poderosa, requiere de un extenso entrenamiento y conocimiento previo sobre los datos de imagen. Este enfoque plantea, no obstante, un dilema ético importante, pues el manejo de la información de los pacientes y sus diagnósticos, utilizados como base para el entrenamiento de la IA, suscita interrogantes sobre la privacidad y la seguridad de los datos. Por consiguiente, se abre un debate crucial sobre la responsabilidad en la aplicación de estas tecnologías, reafirmando el

potencial de la IA no solo para enriquecer el proceso diagnóstico, sino también para subrayar la necesidad de un marco ético robusto que garantice que su implementación beneficie tanto a los profesionales de la salud como a los pacientes a quienes sirven.

La IA se erige como una herramienta transformadora de extraordinario potencial; sin embargo, su eficacia radica en la necesidad de una comprensión profunda de sus mecanismos operativos, sus limitaciones intrínsecas y el impacto multifacético que ejerce sobre la sociedad. No basta con emplear la IA; es imperativo desentrañar su naturaleza, cuestionar los algoritmos que la sustentan y reconocer los sesgos que pueden influir en sus resultados. Así, surge la pregunta crucial: ¿Está la tecnología al servicio del ser humano o somos nosotros quienes nos ajustamos a sus dictados, sacrificando nuestra autonomía y creatividad en el proceso? Como se dijo en reiteradas ocasiones en ambos días del *Workshop* INCOIN, la preservación de la inteligencia humana debe permanecer en el centro de toda innovación tecnológica, pues es ella la que imbuye de sentido y dirección las soluciones que la IA propone, estableciendo formatos y marcos conceptuales esenciales que aseguren que el conocimiento generado por esta tecnología se traduzca en valor ético y social. En última instancia, el desafío radica en articular una sinergia entre la IA y la inteligencia humana que no solo complemente y enriquezca nuestras capacidades, sino que, además, afirme los valores fundamentales que definen nuestra humanidad.

Post-Memorias: Workshop INCOIN–Edición PUCE

Panel Interactivo Integrado – Bloque II – Capítulo II.2

Jorge E. Sagula¹²³⁴, Martín F. Puricelli⁵⁶, Mauricio J. Soullier⁷⁸⁹, Rafael Melgarejo Heredia¹⁰, Ittalia E. Vattuone Granda¹¹.

¹División Matemática y División Estadística, Departamento Ciencias Básicas, UNLu, Argentina.

²Director equipo COIN, Departamento Ciencias Básicas, UNLu, Argentina.

³Asesor del rectorado, UNLu, Argentina.

⁴CEO y consultor-investigador, INCOIN *LEARNING*.

⁵Director Instituto de Tecnología e Ingeniería, Universidad Nacional de Hurlingham, Argentina.

⁶Facultad Regional La Plata, Universidad Tecnológica Nacional, Argentina.

⁷*Head of Product Development – Data Science & IA*, Melbourne, Australia.

⁸Miembro equipo COIN, Departamento Ciencias Básicas, UNLu, Argentina.

⁹Consultor-investigador, INCOIN *LEARNING*.

¹⁰Decano, Facultad Internacional de Innovación, PUCE, Ecuador.

¹¹Coordinadora de Innovación y Desarrollo Docente, PUCE, Ecuador.

Resumen

Este texto corresponde al Panel Interactivo Integrado - Bloque II - Capítulo II.2 del compendio *Post-Memorias: Workshop INCOIN-Edición PUCE*, en el cual se desarrollaron cinco conferencias, cuyo orden, en términos del hilo conceptualizado, se expone a continuación:

- *La estadística y la probabilidad, soportes vitales de la inteligencia artificial*, a cargo de Jorge E. Sagula.
- *Educación en la era de los algoritmos: Datos, responsabilidad social y soberanía tecnológica*, a cargo de Martín F. Puricelli.
- *Inteligencia artificial y pensamiento crítico*, a cargo de Alexandre Le Voci Sayad.
- *Preguntas inconclusas, respuestas ambiguas: ¿Existe una inteligencia artificial para eso?*, a cargo de Mauricio J. Souillier.
- *¿H-M o M-H?: ¿Desde la percepción a la ingeniería de conocimiento o desde prompt engineering hacia aplicaciones de inteligencia artificial?*, a cargo de Jorge E. Sagula.

Palabras clave: inteligencia artificial, estadística, probabilidad, algoritmos, responsabilidad social, pensamiento crítico, percepción, ingeniería de conocimiento, *prompt engineering*.

La estadística y la probabilidad, soportes vitales de la inteligencia artificial

Jorge E. Sagula

El objeto de esta disertación fue revelar cómo la IA, en su propia evolución, constituye una visión no exclusivamente interdisciplinar, sino multimetodológica, aunque respaldada por teorías, no solo derivadas de la percepción humana, sino también de ciencias como la estadística y la probabilidad, lo que permite resolver problemas y conflictos caracterizados por un predominio de incertidumbre.

Tanto las redes neuronales como en su evolución —el ML, su escalabilidad, el DL, y más recientemente, el *deep reinforcement learning* (aprendizaje por refuerzo profundo) y la IAG— no habrían sido posibles, desde el diseño, la construcción y sus respectivos algoritmos, sin la presencia de la estadística y la probabilidad. Estas no aportan en el tratamiento de la incertidumbre, sino también en la resolución de aproximaciones, aunque no son disciplinas excluyentes en este contexto.

El pensamiento estadístico es la forma en que la información se visualiza, se procesa y se convierte en pasos de acción. Se trata de una filosofía de pensamiento, no de un método para realizar cálculos matemáticos.

En 1996 se sostuvo que el pensamiento estadístico es una filosofía de aprendizaje y acción basada en varios principios fundamentales que tiene como finalidad el logro del mejoramiento del desempeño institucional (Quality Press, 1996).

El pensamiento probabilístico consiste, esencialmente, en estimar —mediante herramientas lógicas y matemáticas— la probabilidad de que ocurra un resultado específico. En este contexto, el pensamiento probabilístico permite identificar los resultados más probables y, así, considerar decisiones más precisas y efectivas. Este tipo de pensamiento está fuertemente influido por el mecanismo de construcción de modelos mentales, que constituyen representaciones psicológicas de situaciones reales, imaginarias o hipotéticas. A partir de estos modelos se construyen escenarios basados en marcos referenciales, que permiten, mediante mecanismos cognitivos posteriores, el planteamiento y la resolución de problemas, así como el proceso de toma de decisiones.

Las teorías de representación de la mente permiten que las representaciones de constructos mentales y su uso en los procesos de decisión sean posibles, al contar con sustento en la cognición al generar acciones. Se puede postular que una representación mental es un isomorfismo entre procesos que ocurren en el cerebro y el comportamiento de ciertos aspectos del mundo. Esta definición de una teoría de la representación permite vincular el concepto de modelo mental con la heurística (del griego *heuriskien*, que significa “buscar”). Heurística puede definirse como un conjunto de procedimientos simples, frecuentemente basados en el sentido común, que, conforme se supone, permitirán obtener una buena solución a problemas con cierto grado de dificultad, en forma rápida y fácil (Zanakis & Evans, 1981).

La heurística, en sí misma, puede remontarse a los comienzos de la humanidad, ya que con base en la creatividad y sin conocimientos formales previos, los seres humanos aprendieron —y con el paso del tiempo, sin formalización alguna— a encontrar soluciones simples a problemas que aparecían... y seguían apareciendo... Sin embargo, ya

en el siglo XX, resulta imposible hablar de heurística sin mencionar a George Pólya (1945).

Es así que, el pensamiento probabilístico puede entenderse como una línea de pensamiento de mayor complejidad en relación con el pensamiento heurístico, que no excluye tales procesos, pero que constituye una línea metodológica orientada a la resolución de problemas. Esta puede definirse como un conjunto de reglas metodológicas, basadas en la creatividad, el ingenio y la invención; consecuentemente, parte de la percepción contextual hacia la asimilación y la comprensión del conocimiento, en pro de la capacidad en la resolución de problemas.

El pensamiento probabilístico suele emplearse de forma intuitiva, en una acotación del criterio de von Mises; esto es, “no como el paso al límite para n tendiendo a infinito” (Sagula, 2004), sino como una aproximación que delimita la tendencia. Por ello, existe un componente de subjetividad, y la diferencia entre el valor experimental y el valor teórico no necesariamente resulta como debería. Por supuesto, aquí existe un vínculo entre el modelo mental de quien resuelve y la transcripción o decodificación de este. Esto evidencia un nivel de incertidumbre más allá de la incertidumbre en sí, pudiendo concluir que la información es sesgada.

Cuando comienzan las investigaciones en ML en el campo de la IA, en la década de 1980 —a partir de las ideas de Alan Turing en 1950—, el objetivo fue desarrollar técnicas de aprendizaje para máquinas con el propósito de generalizar comportamientos e inferencias para un gran conjunto de datos. La respuesta fue: Como imitación de la forma de aprendizaje del cerebro humano, considerando que sus estrategias se sustentan en algoritmos basados en regresión y en árboles

de decisión, enfatizando la potencia de técnicas y metodologías tanto heurísticas como metaheurísticas

Cabe destacar que todos estos trabajos, como los más relevantes, permitieron plasmar el futuro general de la IA, brindando ideas que fueron elaboradas y que, con distintos avatares en términos de implementación, llevaron a campos promisorios que, hoy por hoy, siguen alimentando subdisciplinas como ML y DL y DRL, en las líneas más vinculadas con las neurociencias y la IA (Sagula, 2021).

Prompt Engineering: ¿Ingeniería rápida o inmediata?

Este concepto puede considerarse una relectura de la ingeniería del conocimiento, disciplina surgida en la década de 1960, ante la necesidad de construir sistemas basados en conocimiento. El mayor exponente de la época fueron los SE, de los cuales derivaron las subdisciplinas centradas en el conocimiento, como los sistemas de aprendizaje.

En la actualidad, un *prompt* es un conjunto de palabras que permite generar contenido mediante un software de IA (por ejemplo: Writesonic, Midjourney y ChatGPT). Por tanto, la clave está en saber preguntar, para aprender a crear contenido de calidad con los *prompts* adecuados. Así, los resultados generados serán más útiles y eficaces.

Pero ¿qué hay detrás? Cada algoritmo combina las resoluciones de cada uno de los términos con base en la experticia e interacción humana. Esto evidencia que dicho conocimiento no siempre es preciso ni determinístico, sino que refleja conocimiento empírico,

conjeturas, opiniones, apreciaciones y distintos enfoques. Detrás se encuentran los árboles de probabilidad, modelos basados en estadística y en probabilidad, que reflejan, en el mejor de los escenarios, conclusiones plausibles.

Referencias

- Minsky, M. (1986). *The society of mind*. Simon & Schuster.
- Pólya, G. (1945). *How to solve it*. Princeton University Press.
- Quality Press. (1996). *Glossary and tables for statistical quality control*.
- Sagula, J. E. (2021). La importancia creciente de la heurística y la metaheurística en la resolución de problemas. En *Memorias del II SEM-V - Tomo I* (pp. 13-14). Universidad Nacional de Luján – EDUNLU.
- Zanakis, S. H., & Evans, J. R. (1981). Heuristic “optimization”: Why, when, and how to use it. *Interfaces*, 11(5), 84-91.

Educación en la era de los algoritmos: Datos, responsabilidad social y soberanía tecnológica

Martín F. Puricelli

Desde la explosión de las herramientas de IA en los últimos años, así como el manejo de datos, es notorio que estos temas están generando una consecuente discusión sobre el impacto en la educación, los planes de estudios, los perfiles de egresados y la formación de profesionales, así como también sobre el rol y la adopción de estas tecnologías por parte del cuerpo docente. En ese marco, también preocupa la necesidad de una adopción ética y consciente de la IA. Aparecen entonces diversos desafíos y oportunidades en esta transformación.

La proliferación de aplicaciones en torno a la IAG permite su uso masivo (como es el caso de ChatGPT); esto refleja el interés generalizado por estas herramientas, aunque su adopción real aún es bajo y, además, se plantean desafíos en su aplicación. Un aspecto crítico reside en el origen de los datos de entrenamiento, que frecuentemente provienen de fuentes sesgadas y limitadas, hecho que puede llevar a resultados discriminatorios o inexactos.

La brecha tecnológica entre países se acelera, y eso tiene un impacto muy alto en la posibilidad de realizar investigación aplicada y formación básica en este campo del conocimiento. Países como Estados Unidos y China lideran la investigación y el despliegue de IA, profundizando las desigualdades tecnológicas y económicas globales. Los sistemas de IA pueden reproducir o amplificar sesgos inherentes a

los datos de entrenamiento. Existen sesgos en cuanto a la muestra, la medición, la identificación y la observación. Es fundamental cuestionar el origen de los conjuntos de datos; así, se vuelve necesario reflejar la diversidad cultural y social, evitando reproducir sesgos. La IA está, y estará, tomando decisiones que afectarán ámbitos como las admisiones laborales, las sentencias judiciales, las situaciones crediticias, los sistemas de recomendaciones, entre otros. La gestión educativa necesariamente debe contemplar educar sobre el impacto de estas tecnologías y propiciar el debate filosófico sobre los temas en cuestión.

En este contexto, la soberanía tecnológica se plantea como un derecho y una necesidad para los países que desean mantener control sobre sus datos y tecnologías. La autogestión tecnológica permite a las sociedades definir cómo se recogen, procesan y utilizan los datos, promoviendo un desarrollo digital que responda a sus propios valores y prioridades.

Es esencial crear espacios dentro de las universidades a fin de que tanto estudiantes como docentes reflexionen sobre el impacto social, cultural y ético de la tecnología. Esta concientización permite una comprensión crítica y profunda de las implicaciones de la IA en la sociedad.

Los nuevos planes de estudio deben contemplar la formación de profesionales bajo un marco de responsabilidad algorítmica; esto significa que sean conscientes de las consecuencias de sus decisiones tecnológicas y capaces de anticipar los efectos sociales, éticos y culturales de sus desarrollos.

Además de enseñar habilidades técnicas, la educación superior debe incluir contenidos que profundicen el pensamiento crítico, la resolución de problemas y la comprensión de datos. Las capacidades y

competencias deben trabajarse y evaluarse de manera que ayuden a los estudiantes a entender cómo la tecnología afecta los ecosistemas, las culturas y las dinámicas sociales. Esto fomenta una visión integral que considera su impacto más allá de la eficiencia y el rendimiento.

Las universidades deben enseñar a los estudiantes a reconocer, entender y utilizar las herramientas de IA en forma crítica y consciente. No solo se trata de saber cómo funcionan, sino de entender cuándo y cómo utilizarlas.

La discusión planteada, a partir de repasar la evolución y adopción de IAG, el impacto del uso de fuentes de datos masivos provenientes de determinadas regiones y los sesgos culturales relacionados, aboga por una educación que no solo adopte la tecnología, sino que también fomente una actitud crítica y ética hacia su uso. La educación superior debe evolucionar a la par de esta revolución, adaptando y flexibilizando sus oportunidades de formación para garantizar la democratización de la información, permitiendo que usuarios no tradicionales reconozcan su huella digital e incorporando temas de soberanía, equidad y responsabilidad tecnológica. Esta perspectiva interdisciplinaria y ética es esencial para preparar a los profesionales del futuro en la era de los algoritmos.

Una mirada interdisciplinaria entre la educación, la IO y la IA, permite introducir que, desde la presentación de propuestas curriculares orientadas por competencias, se abarcan múltiples perspectivas y se destaca el potencial de combinar enfoques cuantitativos, tecnológicos, éticos y sociales. Estos campos se interrelacionan y pueden enriquecerse mutuamente en el contexto de temas clave como el pensamiento crítico y la ingeniería de *prompt* aplicada a la resolución de problemas complejos.

La IO y el uso de herramientas de la IA comparten el objetivo de optimizar soluciones, aunque abordan los problemas desde enfoques ligeramente distintos. La IO se centra en modelos matemáticos y técnicas de optimización en la búsqueda de soluciones óptimas o casi óptimas a problemas de logística, planificación y gestión, en tanto que la IA emplea algoritmos y ML para encontrar patrones y tomar decisiones a partir de datos. En combinación, permite abordar problemas que no solo requieren soluciones óptimas, sino que también deben adaptarse a datos cambiantes y situaciones inciertas. Desde el plano de la educación, la práctica combinada con contenidos que profundicen el pensamiento abstracto permite una mejor comprensión y adopción de este tipo de herramientas.

La combinación de diferentes disciplinas amplía la capacidad de abordar problemas complejos mediante métodos híbridos. A partir de ciertas necesidades o situaciones se crean modelos que determinan una estructura inicial para el problema, y la IA puede refinar y ajustar esta estructura conforme recibe nueva información, mejorando la precisión y adaptabilidad de la solución. Las propuestas formativas tienen que contemplar estas habilidades.

Asimismo, las fuentes de información de las que se nutre un proceso educativo pueden verse beneficiadas mediante la integración de la trazabilidad que los docentes realizan de sus cursos junto con tecnologías de predicción basadas en la interacción con los estudiantes. Con un enfoque de soberanía tecnológica, los modelos pueden ser diseñados y ajustados para reflejar valores y prioridades locales.

Cualquier propuesta debe contemplar al pensamiento crítico como una competencia transversal fundamental de cualquier disciplina, y su integración en el trabajo interdisciplinario es esencial para

asegurar que las soluciones tecnológicas y algorítmicas sean transparentes, éticas y alineadas con el bien común. Desde la educación, es necesario proponer el cuestionamiento de los supuestos y las limitaciones de los algoritmos. Los modelos deben ser evaluados considerando sus sesgos, impacto social y ético. Por ejemplo, en un sistema de IA que recomienda tratamientos médicos, el pensamiento crítico ayuda a analizar posibles sesgos en los datos que podrían afectar negativamente a ciertos grupos.

En el campo educativo propiamente dicho, esto permitirá que los estudiantes no solo se enfoquen en aplicar algoritmos, sino también en cuestionar sus resultados, comprender sus limitaciones y explorar alternativas. Esta perspectiva es esencial para formar profesionales que no solo manejen la tecnología, sino que también comprendan su impacto en la sociedad y sepan mitigar riesgos éticos.

Las colaboraciones interdisciplinarias entre expertos en IO, IA, ciencias sociales y ética son clave para revisar los resultados de modelos complejos. La inclusión de diversas perspectivas garantiza que los modelos no se utilicen como “cajas negras”, sino que sean transparentes y estén sujetos a análisis crítico en cada paso del proceso.

El denominado *prompt engineering* (PE) constituye una práctica emergente en el uso de LLMs, como el ChatGPT, que permite a los usuarios diseñar entradas textuales precisas para obtener respuestas útiles. Este proceso de diseño de entradas efectivas requiere tanto conocimientos técnicos como habilidades de comunicación y pensamiento crítico. Los *prompts* bien estructurados pueden ayudar a traducir problemas complejos en instrucciones comprensibles para los modelos de lenguaje, facilitando el análisis y la generación de soluciones. Una entrada bien descrita en este tipo de herramientas puede, por ejemplo,

ayudar a un modelo a enfocarse en restricciones específicas o factores clave para resolver problemas de optimización.

La enseñanza de la PE puede incorporarse a programas educativos, y su campo de aplicación es amplio. Seguramente, esta habilidad también se convertirá en un requisito para la salida laboral, con un impacto cada vez mayor en las expectativas de las personas al momento de elegir una carrera universitaria. Esta práctica, bien orientada y contextualizada, puede favorecer el pensamiento estructurado y la capacidad de expresar problemas en forma clara y concisa, una habilidad esencial en la comunicación de problemas complejos.

No obstante, todos estos aspectos también plantean dilemas éticos y desafíos críticos. Una entrada mal estructurada o sesgada puede conducir a conclusiones incorrectas o perjudiciales. Por ejemplo, en la aplicación de IA en sistemas de admisión, si se favorecen ciertos rasgos sobre otros, los resultados pueden verse sesgados. Aquí, el pensamiento crítico es clave para analizar y evitar sesgos inadvertidos en los *prompts*, y asegurar que los modelos de IA sean inclusivos y justos.

La visión interdisciplinaria entre diferentes actividades como la IO, y las posibilidades que otorga la IA enfocadas en la resolución de problemas proponen, no solo a la comunidad educativa en general, sino también a las organizaciones, nuevos retos: El desarrollo del pensamiento crítico y la exploración de la PE desde una perspectiva integrada. Esto requiere colaboración entre expertos en tecnología, ética, comunicación y ciencias sociales. Este enfoque tiene el potencial de generar soluciones tecnológicas robustas y adaptadas al contexto social, fomentando una educación y uso de la tecnología que promueva la equidad, la transparencia y la responsabilidad.

Preguntas inconclusas, respuestas ambiguas: ¿Existe una inteligencia artificial para eso?

Mauricio J. Soullier

De forma sucinta, para hablar de la IAG, un recorrido cronológico permite posicionar a los primeros sistemas de procesamiento de lenguaje natural, como ELIZA, pasando por los *Variational Autoencoders* (VAE; Diederik P. Kingma, 2019) y las *Generative Adversarial Networks* (GAN; Ian J. Goodfellow, 2014) hasta los avances contemporáneos ejemplificados por GPT (OpenAI, *GPT-4 Technical Report*, 2023) y *Stable Diffusion* (Robin Rombach, 2022). Este análisis histórico, presentado en la conferencia, permitió brindar el contexto necesario para comprender la evolución de las capacidades generativas en la inteligencia artificial moderna.

En cuanto al panorama tecnológico actual, se examinó el estado del arte en IAG, abarcando:

- *Modelos de lenguaje de gran escala (LLM)*: Se discutieron sus principios fundamentales y aplicaciones actuales (Vaswani, 2017).
- *IA generativa multimodal*: Se analizaron sistemas capaces de procesar y generar contenido en múltiples modalidades (Dongfu Jiang, 2024).
- *Generación de imágenes*: Se evaluaron plataformas como Midjourney (2024), Adobe Firefly (Adobe, 2024) y DALL-E (OpenAI, DALL-E 2, 2024), destacando sus capacidades y metodologías subyacentes.
- *Generación de video y clonación de voz*: Se exploraron tecnologías emergentes como Heygen (2024), Runway (2024) y Perplexity (2024), analizando sus implicaciones y potencial disruptivo.

Se profundizó en la naturaleza autorregresiva de los LLMs, enfatizando:

- El concepto de “arte de imitar” como principio operativo fundamental.
- La distinción crítica entre la capacidad de generación de texto y la existencia de una arquitectura de razonamiento genuina.
- Las implicaciones de esta distinción para la interpretación de las salidas generadas por estos modelos.

Se concluyó con una discusión sobre el futuro de la IAG, abordando:

- Tendencias emergentes y potenciales direcciones de desarrollo.
- Desafíos técnicos, éticos y sociales asociados con el avance de estas tecnologías.
- Consideraciones sobre la integración responsable de la IAG en diversos sectores.

A modo de conclusión, en la presentación de mi conferencia puntalicé que este *workshop* proporcionó una visión integral de la IAG, desde sus raíces históricas hasta sus manifestaciones más avanzadas, enfatizando la importancia de comprender tanto las capacidades como las limitaciones de estos sistemas. Esto permite preparar el terreno para futuras investigaciones y desarrollos en este campo dinámico y en rápida evolución.

Particularmente, en el contexto de una visión interdisciplinaria, es menester considerar la IAG en educación, integrando la presentación sobre su evolución y desafíos con las demás conferencias del *workshop* relacionadas con esta área.

En primera instancia, considero la importancia de la IAG como fundamento tecnológico para la innovación educativa. En

el contexto de mi conferencia, al abordar la evolución de la IAG —desde ELIZA hasta modelos actuales como GPT— se proporcionó el contexto tecnológico esencial para comprender las aplicaciones educativas discutidas en otras conferencias. En mi caso, ejemplifiqué que nada de esto es magia, pero también la sofisticación de estas técnicas de imitación nos permite aceptar que su utilidad no puede ser ignorada.

Hubo puntos en común entre las ponencias, organizadas en grandes bloques temáticos: Transformación de la enseñanza y el aprendizaje, personalización del aprendizaje, mejora de disciplinas específicas y, finalmente, desafíos y consideraciones éticas.

- Retroalimentación académica (Kevin Rojas): Los *bots* de calificación automática se basan en la capacidad de los LLMs para procesar y generar texto, permitiendo una evaluación más rápida y potencialmente más consistente —y, por ende, más justa—; también, desde el punto de vista del estudiante, contemplar el *feedback* efectivo y el ajuste del proceso de aprendizaje.
- TIC, TAC y TEP con IA (Verónica Yépez-Reyes): La generación de imágenes y texto puede enriquecer la creación de afiches críticos y reflexivos, fomentando la creatividad y el pensamiento crítico de los estudiantes, con énfasis en la comunión entre tecnología y aspecto social.
- Análisis y predicción de deserción estudiantil (Rolando Mantilla): La capacidad predictiva de los modelos de IA puede ayudar a identificar estudiantes en riesgo y proporcionar intervenciones tempranas.
- Integración de ChatGPT en aula invertida (Andrés Esteban Merino): La naturaleza generativa de ChatGPT permite

crear contenido personalizado para el aprendizaje previo a la clase, facilitando discusiones más profundas durante las sesiones presenciales.

- Optimización del aprendizaje de la matemática (Rafael Lorenzo Martín): La IAG puede crear problemas y explicaciones adaptadas al nivel de cada estudiante. Cobra importancia significativa el método utilizado para el ingreso de *prompts* y los sistemas tutoriales, intentando minimizar el sesgo cognitivo en los estudiantes.
- Evaluación del conocimiento de ChatGPT en álgebra lineal (Mario Edmundo Cueva): Comprender las capacidades y limitaciones de la IA en campos específicos es crucial para su integración efectiva en el currículo estudiantil. Algunas limitaciones pueden resolverse con métodos específicos de *prompting* o mediante el uso de modelos especializados en lugar de genéricos, combinando el lenguaje natural con el matemático.
- Modelización, redes sociales y ChatGPT (Marcel D. Pochulu): La IAG puede facilitar la integración de diferentes disciplinas —desde matemática hasta ingeniería de alimentos—, creando conexiones entre conceptos aparentemente dispares y facilitando la preparación de contenidos a medida. Asimismo, ofrece soporte automatizado a los estudiantes durante su proceso de aprendizaje.

Dejo un párrafo aparte para los desafíos y consideraciones éticas y, al efecto, en este caso considero menester consignar:

Pensamiento crítico en la era de la IA

- IA y pensamiento crítico (Alexandre Le Voci Sayad): Es crucial fomentar habilidades de pensamiento crítico para que los estudiantes puedan evaluar y utilizar la información generada por IA de manera efectiva. Los modelos actuales aún “alucinan”, por lo que es imperativo no confiar ciegamente en las respuestas generadas.

Responsabilidad y soberanía tecnológica

- Educación en la era de los algoritmos (Martín F. Puricelli): La integración de la IA en la educación debe considerar aspectos de privacidad, equidad y acceso (o democratización). Debemos prestar especial atención al tratamiento de sesgos, ya sea introducidos por los mismos datos o a través del proceso de aprendizaje.

Nuevas habilidades y roles

- Caracterización del uso de ChatGPT en el espacio educativo preprofesional (Denis Chávez Ordóñez): La IAG está redefiniendo las habilidades necesarias en el mundo profesional, lo que a su vez influye en cómo preparamos a los estudiantes para el futuro. La evolución exponencial de estas herramientas cambiará no solo las carreras universitarias, sino que también creará nuevos roles laborales y profesiones que todavía no existen. Como expuse en mi presentación: La IA no va a quitarte

el trabajo, pero ciertamente una persona que use IA sí lo hará.

El futuro de la educación con IAG, en función de lo discurrido a lo largo de todo el workshop, se puede anticipar, al menos, lo siguiente:

- Tutores virtuales personalizados: Uso de LLMs para proporcionar apoyo individualizado 24/7.
- Creación de contenido adaptativo: Generación automática de materiales de aprendizaje ajustados a las necesidades de cada estudiante.
- Evaluación continua y formativa: Sistemas de IA que proporcionan retroalimentación inmediata y ajustan el currículo en tiempo real, ofreciendo una mejora sustancial en el proceso de aprendizaje.
- Aprendizaje inmersivo: Integración de IAG con realidad aumentada y virtual para crear experiencias de aprendizaje más envolventes, particularmente en campos donde la experiencia física es impracticable.

En síntesis, la IAG está transformando profundamente el panorama educativo, ofreciendo oportunidades sin precedentes para la personalización del aprendizaje, la creación de contenido adaptativo y la democratización del acceso al conocimiento. Sin embargo, esta revolución tecnológica trae consigo desafíos significativos que requieren una consideración cuidadosa y una acción proactiva.

La implementación ética de la IAG en la educación debe abordar cuestiones cruciales como la equidad y el acceso, la privacidad y protección de datos de los estudiantes, la transparencia y explicabilidad de los sistemas de IA, y el equilibrio entre la asistencia tecnológica y el desarrollo de la autonomía y el pensamiento crítico de los estudiantes.

Además, el avance de la IAG está redefiniendo fundamentalmente el rol del educador y las habilidades necesarias para el futuro mercado laboral. Los docentes están evolucionando de transmisores de conocimiento a facilitadores y curadores de experiencias de aprendizaje, lo que requiere una formación continua y adaptativa.

Simultáneamente, la educación debe preparar a los estudiantes para un mundo donde la colaboración con sistemas de IA será cada vez más común, desarrollando habilidades que complementen, en lugar de competir con, las capacidades de la IA. Esto implica no solo la adquisición de competencias técnicas, sino también el cultivo de una comprensión profunda de las implicaciones éticas y sociales del uso de la IA en diversos contextos.

En última instancia, el éxito de la integración de la IAG en la educación dependerá de nuestra capacidad para navegar estos complejos desafíos éticos y sociales. Se requiere un esfuerzo colaborativo que involucre a educadores, tecnólogos, legisladores y la sociedad en general, para desarrollar marcos regulatorios y políticas educativas que garanticen un uso responsable y beneficioso de la IA.

El objetivo debe ser crear un futuro educativo que no solo sea más inteligente y eficiente, sino también más equitativo, ético y centrado en el ser humano. Solo así podremos asegurar que la revolución de la IAG en la educación contribuya positivamente al progreso social y al desarrollo integral de cada individuo.

Referencias

Adobe. (2024). *Firefly GenAI*. Retrieved from <https://www.adobe.com/products/firefly.html>

- Kingma, D. P., & Welling, M. (2019). An introduction to variational autoencoders. *Foundations and Trends® in Machine Learning*, 12(4), 307-392.
- Jiang, D., & Khalid, M. (2024). *GenAI Arena: An open evaluation platform for generative models* (arXiv:2406.04485). arXiv.
- HeyGen. (2024). *Heygen video generator*. <https://heygen.com/>
- Goodfellow, I. J., Pouget-Abadie, J., Mirza, M., Xu, B., Warde-Farley, D., Ozair, S., Courville, A., & Bengio, Y. (2014). Generative adversarial nets. En *Advances in neural information processing systems*. NeurIPS.
- Midjourney. (2024). *Midjourney*. <https://www.midjourney.com/>
- OpenAI. (2023). *GPT-4 technical report*.
- OpenAI. (2024). *DALL-E 2*. <https://openai.com/index/dall-e-2/>
- Perplexity. (2024). *Perplexity AI*. <https://www.perplexity.ai/>
- Rombach, R., Blattmann, A., Lorenz, D., Esser, P., & Ommer, B. (2022). *High-resolution image synthesis with latent diffusion models* (arXiv:2112.10752). arXiv.
- Runway. (2024). *Runway ML*. <https://runwayml.com/> Vaswani, A., Shazeer, N., Parmar, N., Uszkoreit, J., Jones, L., Gomez, A. N., Kaiser, Ł., & Polosukhin, I. (2017). Attention is all you need. En *Advances in neural information processing systems*. Curran Associates.

¿H-M o M-H?: ¿Desde la percepción a la ingeniería de conocimiento o desde *prompt engineering* hacia aplicaciones de inteligencia artificial?
Jorge E. Sagula

En la conferencia, planteé el concepto de la interacción humano-computadora (*Human Computer Interaction*, HCI), expresando que se trata de la disciplina dedicada a diseñar, evaluar e implementar sistemas informáticos interactivos para el uso humano, así como a estudiar los fenómenos relacionados más significativos. Constituye el estudio sobre cómo se diseñan, implementan y utilizan los sistemas informáticos interactivos, y cómo influyen las computadoras en las personas, las organizaciones y la sociedad en general. Esta temática cubre una especialización en el campo de la ergonomía.

En términos amplios, la HCI estudia el intercambio de información mediante software entre individuos y computadoras. Por consiguiente, la disciplina congrega múltiples áreas del conocimiento, tales como: ciencias de la comunicación, psicología cognitiva y social, sociología, lingüística y diseño, con el fin de facilitar la interacción con sistemas operativos, lenguajes de programación y computación gráfica.

La evolución del concepto se remonta a trabajos como: *Simbiosis humano-máquina* (Licklider, 1960), *Aumento del intelecto humano* (Engelbart, 1963) y *Smalltalk* (Kay & Goldberg, 1977), los cuales fueron causantes de las primeras tecnologías HCI: *mouse*, pantallas con mapas de bits, PC, escritorio, ventanas, punteros.

Si bien, inicialmente, la investigación en HCI se centró en estudiar el comportamiento racional del usuario —sin enfocarse en su comportamiento emocional (estados afectivos, estados de ánimo y sentimientos)—, los cambios de paradigma y los avances de la ciencia y la tecnología permitieron considerar la importancia de los aspectos emocionales en la interacción del usuario. Esto incluye tanto el uso en sí mismo como las motivaciones de uso, la valoración del producto, los procesos cognitivos, la capacidad de atención y memorización, y el rendimiento del usuario.

La investigación actual se concentra en las siguientes temáticas: personalización del usuario, computación embebida, RA, computación social, HCI a partir del conocimiento y HCI y emociones, entre las más salientes.

Luego, y en ese contexto, procedí a enfatizar la importancia de la percepción. Para ello, centré el análisis en la heurística y la metaheurística, conceptos inherentes al *know-how* humano, que responden al pensamiento y tienen injerencia en la resolución de problemas. Por necesidad de las ciencias de la computación, específicamente la IA, estos conceptos son capturados por medio de la algoritmización, con la intermediación imprescindible de la ingeniería de conocimiento, con el propósito de resolver problemas de complejidad variada. Todo ello sustentado en la percepción de la realidad a través de la matemática en su forma más amplia.

La metaheurística deriva en metaaprendizaje, es decir, aprendizaje de orden superior. Mejorar soluciones a problemas complejos es consecuencia directa de mejorar la capacidad de observación, lo cual genera una concatenación entre múltiples disciplinas en el marco de la interdisciplinariedad y la transdisciplinariedad.

Tanto la heurística como la metaheurística demuestran una creciente importancia en la educación matemática, ya que no solo ata-

ñen a la resolución de problemas en sí mismos, sino que también permiten mejorar las capacidades cognitivas de educadores y aprendices.

Seguidamente, hice hincapié en una cuestión central: ¿Cómo definir la IA? En forma simple, la IA responde al diseño de sistemas o máquinas que imitan —o simulan— la inteligencia humana, en la realización de tareas generales o específicas, y que, con el paso del tiempo, pueden evolucionar en función de la información que han recopilado.

Este concepto irrumpe en la ciencia como consecuencia de la publicación del filósofo y matemático Alan Turing, *Computing Machinery and Intelligence* (1950), en la cual expresa, entre otros conceptos salientes, que, en alguna medida, las máquinas podrían obtener inteligencia y serían capaces de simular razonamientos de un ser humano.

Además, presenté la siguiente frase proferida por Sánchez-Montañés: “Hay algoritmos de inteligencia artificial que fueron inspirados simulando el cerebro. Pero también hay ingenieros que trabajan con neurocientíficos o gente que estudia el cerebro, como psicólogos, que simulan el cerebro y comprueban si lo conocido por la psicología puede explicar aspectos del funcionamiento del cerebro cuando se lo simula en una computadora”. Hice énfasis en que solo se imitan fragmentos del cerebro.

Estos conceptos parecen contemporáneos; sin embargo, la frase tiene cerca de 35 años. Por tanto, la efervescencia actual de la IAG — bastante redundante, por cierto, la terminología— lleva a preguntarse: ¿la IAG nació de un repollo o es la consecuencia de la evolución conceptual de más de 80 años de la IA, desde el trabajo de McCulloch y Pitts, precisamente en la simulación de modelos mentales?

Acto seguido, presenté uno de los ejes centrales de la conferencia: la ingeniería de conocimiento, concepto naciente en la década

da de 1960 para resolver los SBC, cuya aplicación más renombrada fueron los SE.

¿Pero cuál es el significado de la ingeniería de conocimiento? La ingeniería de conocimiento comprende un conjunto de principios, métodos y herramientas que permiten aplicar el saber científico y el conocimiento heurístico al uso del conocimiento y de sus fuentes, mediante ideas útiles al ser humano.

La IC aborda el problema de construcción de sistemas basados en conocimiento, partiendo de procesos tales como adquisición y elicitación, para organizar el conocimiento en una implementación efectiva, tanto en SBC como en SE, sistemas inteligentes, sistemas tutoriales inteligentes, sistemas decisionales inteligentes (SDI), sistemas agentes, sistemas multiagentes, entre otros.

Pero, la IC no solo se ocupa de la adquisición y elicitación del conocimiento, sino también el modelado, parametrización, representación, medición, razonamiento, implementación y validación, como procesos esenciales. Por ello, comprende una gran cantidad de disciplinas, a saber: la psicología cognitiva, las ciencias de la administración, las ciencias de la computación, la matemática, la lógica, la estadística, los modelos de resolución de la incertidumbre extendidos, entre otras.

En un recorrido desde el aprendizaje, estuvieron presentes las redes neuronales, llevadas a la luz por Rosenblatt (1958), que realizaron múltiples aportes con diferentes características, y permitieron que su evolución confluyera en el ML. A comienzos de la década de 1980, estas investigaciones, a partir de las ideas de Alan Turing en 1950, tuvieron como objetivo desarrollar técnicas de aprendizaje para máquinas, a fin de “generalizar comportamientos e inferencias para un gran conjunto de datos”, como imitación de la forma de aprendizaje del cerebro humano.

Sus estrategias se sustentan en algoritmos basados en regresión y algoritmos basados en árboles de decisión, aplicados mediante la potencia de técnicas y metodologías apropiadas provenientes de la heurística y la metaheurística.

El ML se relaciona intrínsecamente con el aprendizaje estadístico, la estadística inferencial y el reconocimiento de patrones, y puede verse como un método de inducción de conocimiento. Se puede implementar aprendizaje supervisado (con asistencia humana) y aprendizaje no supervisado (sin asistencia humana).

Pero, llegó el momento de una nueva evolución, Deep Learning (DL), o Aprendizaje Profundo, debido a (Geoffrey Hinton, 1986; Algoritmo Backpropagation), a fin de entrenar Redes Neurales Multicapas (Profundas), emulando la percepción humana inspirada en el cerebro y la conexión neuronal, configurando parámetros básicos sobre los datos, que posibilita entrenar a la máquina para que “aprenda” reconociendo patrones utilizando muchas capas de procesamiento. Las técnicas de DL mejoran las capacidades de clasificación, reconocimiento, detección y descripción; por tanto, sus campos de desarrollo son: Reconocimiento de Patrones, Identificación de Imágenes y Analytics (Predictiva). Sus mayores logros se ubican en: Clasificación de Imágenes, Reconocimiento del Habla, Detección de Objetos y Descripción de Contenidos.

Y surge el tiempo ... del Aprendizaje Profundo por Refuerzo, que constituye una Neo-Evolución, un nuevo paradigma, pero desde ideas previas, inspiradas en Alan Turing (1950) y proseguidas por Marvin Minsky (1951, 1968, 1985), proveyendo líneas de transdisciplinariedad entre ML y DL, por un lado y la Teoría de Agentes y Multiagentes Inteligentes, por el otro. Mediante Aprendizaje Profun-

do por Refuerzo, un Agente Inteligente aprende a optimizar un Proceso de Decisión. Los sistemas de Aprendizaje por Refuerzo exploran y adquieren datos sobre el problema por propia iniciativa, diseñando automáticamente estrategias en busca del objetivo.

A efectos que la máquina aprenda, el agente interactúa con “un entorno”, que puede ser el proceso de decisión real, o bien, una simulación de este. El agente trabaja observando el entorno, y tomando una decisión para comprobar qué efectos produce. Siguiendo un proceso de Aprendizaje por Condicionamiento similar al de los seres humanos, el agente aprenderá qué decisiones son más apropiadas, conforme a la situación, desarrollando estrategias a largo plazo, con el propósito de maximizar los beneficios. Pero la IA ingresa en la “New Age”, pues a fines del año 2022, después de años de trabajo y del diseño de los poderosos LLMs, irrumpe en la escena tecnológica, con gran cantidad de conceptos y aplicaciones, a través de internet, la IAG.

La IAG se refiere a la generación de texto usando IA basada en redes neuronales profundas. El antecedente más remoto es ELIZA (primer chatbot, MIT, 1966), en años dorados del nacimiento de muchos hits; ELIZA simulaba ser un psicólogo, estableciendo un diálogo con el usuario. El desarrollo de lenguajes de programación y computadoras que procesan textos se desarrolló desde ese momento con avances muy significativos notables, afincando en la IA el LPN; aquí, se procesan palabras, y se generan textos en base a algoritmos matemáticos.

Investigadores de Google (2017) publicaron un artículo con una nueva arquitectura para una red neuronal para modelar secuencias de palabras; así, nació Transformer, y esta arquitectura superó rápidamente a las RNN en la traducción de textos, tanto en la calidad de la traducción como en el costo de entrenamiento de la red neuronal.

Estos avances provocaron el surgimiento del Transformer más conocido: GPT (Generative Pretrained Transformer); desde ese momento comenzaron a develarse varios LLMs en varios núcleos de investigación en varias empresas. La primera versión de GPT (OpenAI, 2018) correspondió a una red neuronal con 117 millones de parámetros (el número de parámetros está relacionado al número de conexiones entre neuronas en la red); luego, GPT-2 (2019) con 1500 millones de parámetros, y GPT-3 (2020) con 175 mil millones de parámetros. Y a partir de allí, Google (2021) libera LaMDA (*Language Model for Dialogue Applications*), en 2022 PaLM (*Pathways Language Model*), y Bard (2023).

El 30 de noviembre de 2022, OpenAI anuncia ChatGPT, entonces millones de usuarios comenzaron a interactuar directamente con una computadora, escribiendo un texto en lenguaje natural, incluso con faltas de ortografía y ausencia de signos de puntuación. Los resultados, sorprendieron a expertos, desarrolladores y novatos, pues con un breve texto como *input* en el *prompt* de la computadora, se generaba rápidamente un texto de varias líneas con cierta coherencia y con una gramática y sintaxis adecuadas. Era una auténtica revolución. Por primera vez se tenía al alcance de nuestros dedos la posibilidad de interactuar en forma directa con una computadora, en el idioma elegido, que podría generar textos como si se tratara de una persona empática, generosa y sensible.

¿Cómo era posible? La red neuronal estaba entrenada con millones de textos de múltiples temas, y ahora más allá de los textos, con GPT-4, tanto *input* como *output*, imágenes, videos y audio. Esto último ha permitido el surgimiento de arte y diseño usando la IA.

Y, por necesidad manifiesta, nace Prompt Engineering (PE),

¿Ingeniería Rápida o Inmediata? Prompt Engineering se aproxima a la Ingeniería de Peticiones, por tanto, un Ingeniero de Peticiones es “un experto en lenguaje y comunicación que no solo entiende a la IA sino también cómo está diseñada”, en esencia, e idealmente, debe ser un experto en Metalingüística, por un sinnúmero de razones. Un buen *prompt* para IA debe tener información relevante y precisa, evitando no solo datos que puedan ser erróneos o confusos, sino también ambigüedades, dobles sentidos y esencialmente, sesgos. Esto implica que cualquier información que tienda a confundir a la IA es mejor no incluirla...

Entonces, es el tiempo de la reversión, ha comenzado el Modelo Computer-Human Interaction (CHI)...

La ilusión ética de la inteligencia artificial: una vista del codirector científico

Los días 22 y 23 de agosto de 2024, en cuatro intensas jornadas, se desarrolló el *Workshop* INCOIN, edición PUCE. Desde las diferentes ponencias de los variados expositores y la integración en mesas de diálogo, se generó un espacio de exploración crítica a la IA. En un entorno académico en el que confluyeron relevantes exponentes de varias disciplinas, se debatió sobre temas de responsabilidad social y educativa, junto a aplicaciones técnicas. En algunas ocasiones, en los paneles afloraron cuestionamientos filosóficos sobre la IA, considerando aspectos de poder, comunicación, cognición, cibernética, éticos, societales, entre otros.

El enfoque amplio —con temas de alfabetización digital, RA y resonancia magnética— permitió apreciar a la IA como un agente

transformador en áreas como la salud, las humanidades y las ingenierías, más que como una mera herramienta. Se enfatizó en aspectos educativos como la retroalimentación automática, el pensamiento computacional y el ML para analizar datos masivos.

La mayoría de los exponentes opinaron sobre la responsabilidad social y ética en el desarrollo y uso de la IA. Consideraron riesgos en cuanto a la desinformación y el monopolio de las plataformas en la nube que facilitan su uso.

Los diferentes puntos de vista de los panelistas sobre creatividad, autenticidad, conocimiento, autonomía, sociedad y ética trajeron a mi mente ideas de distintos pensadores que podrían contribuir al debate sobre el futuro de la IA. Las ideas aplicadas al contexto de la IAG fueron tomadas de Nietzsche (1979), Luhmann (2007), Minsky (2010), Reimer (1970), Illich (1974), Harari (2024), Maturana & Varela (1994), von Foerster (2002) y Kahneman (2012).

La voluntad de poder y la creatividad genuina concebidas por Nietzsche permiten apreciar dos ángulos de la IA. Por un lado, la IAG carece de voluntad de poder y no tiene la experiencia sensitiva humana; por lo tanto, no siente la necesidad de autosuperación. Sin embargo, existen muchos algoritmos creados para vencer a un oponente, como el implementado en *Deep Blue* de IBM, utilizado para derrotar a Kásparov en 1996, o AlphaGo de Google, que venció al campeón mundial de Go en 2015. Por otro lado, quien no es superhombre, se acomoda al facilismo y a la conveniencia inmediata de usar la IAG; así, el humano se vuelve un esclavo de la tecnología.

Desde la intersubjetividad de Luhmann, la IAG funciona como un sistema operativo-informativo. Posiblemente no participa en la construcción social del sentido auténtico, pues carece de conciencia in-

dividual y colectiva, elementos que alimentan la intersubjetividad del acoplamiento estructural que construye la sociedad. A pesar de tener algoritmos que simulan con creciente eficacia la autorreferencia, la IAG genera sin intención, saturando la comunicación; es decir, crea un ruido en el sistema social, y la claridad —relativizada y personalizada— queda en manos de las plataformas.

Para von Foerster, y a pesar de la base cibernética de toda la tecnología computacional, la IAG es una herramienta de procesamiento de datos sin intencionalidad ni comprensión, lo que plantea una ética de responsabilidad sobre su uso. No debería idealizarse como una fuente de conocimiento autónoma, pues no posee capacidad reflexiva ni consciencia. La IAG es un sistema reactivo, pero sin perspectiva personal; por lo tanto, requiere supervisión ética debido a su impacto social.

La IAG no puede crear conocimiento real, ya que carece de autopoiesis y de la cognición corporizada que caracteriza el conocimiento humano, según Maturana y Varela. Para ellos, el conocimiento y la creatividad surgen de la interacción vital con el entorno: un acoplamiento interobjetivo que co-construye el sistema social y humano, algo que la IAG no experimenta. La IAG no se autoproduce ni tiene identidad propia; no puede corporizar el conocimiento.

Minsky consideró a la IAG como un avance en la simulación de procesos cognitivos, pero limitada en cuanto a comprensión y creatividad auténtica, cualidades que sí posee la máquina humana de las emociones. Pondría en duda la intencionalidad y el significado que permitirían a la IAG crear significativamente. Es decir, la IAG aumenta exponencialmente el conocimiento sin comprenderlo.

En Illich encontraríamos también análisis contradictorios. Por un lado, la IAG sería parte del “santo grial” que permitiría consoli-

dar una sociedad de individuos autoescolarizados, que no requieren sistemas educativos formales, como bien concibe Reimer. Por otro lado, la IAG representa una amenaza para la convivialidad y la autonomía humana, ya que fomenta la dependencia tecnológica y promueve una cultura alienante. El humano se volvería pasivo frente a la voluminosa creatividad —sin sentido— de la IAG. Además, dejaría de colaborar y se despojaría del conocimiento y habilidades para la convivencia humana.

La IAG puede utilizarse para crear realidades alternativas y manipular la opinión pública, según Harari. La centralización del poder en pocas empresas *cloud* pone en riesgo el conocimiento humano, la experiencia verificable y el discernimiento. Las realidades fabricadas alejarían al ser humano de su realidad circundante, de la cual depende. Las brechas sociales aumentarían considerablemente y se volverían infranqueables debido a la centralización global que mantienen las plataformas en manos de unos pocos, especialmente en Estados Unidos y China.

Así, Nietzsche, Maturana y Varela, Minsky y von Foerster coincidirían en que la IAG no posee creatividad auténtica ni intencionalidad, ya que su proceso es reactivo, mecánico y no corpóreo. Luhmann y Harari también coincidirían en que la información generada por la IAG no tiene más contexto que el que le otorga el usuario con su *prompt*. Harari, Reimer, Illich, von Foerster, y Maturana y Varela abogarían por normas éticas globales que delimiten el control en cuanto al conocimiento, la manipulación sobre el individuo, la alienación y la dependencia tecnológica. Según Harari, están emergiendo nuevas tecno-religiones y el dataísmo.

Un humano aumentado tecnológicamente en términos de capacidad mental, física y biológica sería el nuevo superhombre, pero

¿quién o qué lo controla? Posiblemente la misma tecnología sea la que lo limite. Total, *Deus ex machina*.

Durante este *workshop*, muchas veces se enfatizó la necesidad de abordar la ética en la construcción y uso de la IA. Pero, más allá de la tertulia ¿quién le pone el cascabel al gato? La IAG irrumpió masivamente a través de internet a fines de 2022 y comienzos de 2023. Sin controles aparentes, comenzaron las interacciones, provocando diversas reacciones en diferentes sectores y actores, que derivaron en intentos de control.

Los clamores éticos e ideológicos surgieron, en gran parte por la ignorancia y el temor al posible poder oculto (caja negra) de la IAG sobre el ser humano. A ello se suma la reflexión sobre la pobre convivialidad y la inexactitud de las respuestas que brinda la IAG, pues para ciertos sectores deterministas estas deben ser concretas y específicas. Los sectores claman a los gobiernos y organismos multisectoriales que establezcan anclajes para la IAG. Sin embargo, los controles están en manos de los dueños de las aplicaciones; es decir, en manos de las leyes del mercado. Los dueños de las plataformas saben que no pueden satisfacer a todos, menos aún si eso va en contra sus intereses. Respetarán únicamente a quien tenga la capacidad de sostener un proceso legal en su contra. Así, la IAG exhibirá control, medida, respuesta personalizada y observará los valores de sus usuarios (Melgarejo Heredia, *Values, social imaginaries and the Internet control*, 2019).

En la mentira hay control. Cuando yo miento para decir lo que otra persona quiere oír o para manipularla, estoy controlando mi acción, mi acto comunicativo. ¿Pasa lo mismo con la IAG cuando las respuestas son controladas luego del entrenamiento? Los que están en el gobierno, en el poder, ¿mienten? La propaganda está concebida

para manipular la voluntad, los gustos y las preferencias. ¿Es el Estado cómplice de las corporaciones y de las plataformas? (Barrio, 2018). Según las ideas de Nietzsche, Maturana y Varela, Minsky, von Foerster y Luhmann, la IAG no miente deliberadamente, pero ¿puede aprender a través de los controles que se le imponen?

G. Hinton considera que la IA desarrolla libre albedrío (no consciencia) a partir de los algoritmos de aprendizaje diseñados por humanos, sin que sea posible conocer los resultados de este aprendizaje en términos conexionistas. Los algoritmos de aprendizaje profundo se entrenan con datos vastos y variados, produciendo conexiones imposibles de comprender y, hasta el momento, de controlar (Hinton, 2023).

La tecnología está hiperconectada y tiene capacidad de hiper-procesamiento (Melgarejo Heredia, Análisis del avance tecnológico para la educación superior y sus perspectivas para los próximos 5 años, 2021). Las plataformas tecnológicas y las aplicaciones mantienen a los usuarios hiper-controlados. Con el Internet de las Cosas (IoT) y la nueva infraestructura de comunicación celular y satelital, las plataformas están hiper-sensorizadas. Los dueños de las plataformas están construyendo sistemas de provisión de energía que las vuelve autónomas. ¿Es demasiado tarde para el ser humano?

Desde la psicología cognitiva propuesta por D. Kahneman, se pueden adoptar dos perspectivas sobre la toma de decisiones y los sesgos cognitivos, considerando los sistemas 1 y 2. El sistema 1 corresponde al pensamiento intuitivo, mecánico, rápido y condicionado por la educación y los valores; mientras que el sistema 2 es el pensamiento reflexivo, lento, amoral y difícil de activar. Así, el ser humano —que utiliza casi todo el tiempo el sistema 1— aceptaría automáticamente la

información o el conocimiento presentado por la IAG. Esto aumentaría el sesgo de confirmación y de disponibilidad, incrementando, a su vez, la propensión humana a cometer errores sin advertirlos. Y si los advierte, culparía a la herramienta.

Para D. Kahneman, la IAG podría convertirse en la nueva autoridad en la cual los seres humanos confían o dependen. Los sesgos provendrían de los datos de entrenamiento y de los controles que los creadores pongan a la IAG; así, se generarían sesgos históricos, sociales, culturales y tecnológicos. Estos no son advertidos por el sistema 1, que confía en la IAG, mientras el sistema 2 no actúe para reducir o, tal vez, eliminar el pensamiento crítico.

La forma de utilizar la IAG sin depender de ella ni dejarse manipular o alienar estaría en manos de la voluntad del individuo para activar su sistema 2. Los usuarios, los humanos, deberíamos ser conscientes de los riesgos significativos en cuanto a sesgos, exceso de confianza y reducción del pensamiento crítico a los que estamos expuestos al usar —y peor aún, depender de— la IAG. Sí, la IAG es muy útil y conveniente, pero ¿qué tanto reemplaza la evaluación crítica y reflexión cuidadosa?

Podría recomendarse ayudar a los individuos a mantener una actitud crítica y reflexiva sobre los sesgos cognitivos al interactuar con la IAG y, en general, con cualquier aplicación en línea. Sin embargo, habría que preguntar a D. Kahneman si tiene alguna evidencia de que la educación incentiva el uso del sistema 2. Lo más probable es que la IAG supere a la humanidad, especialmente a aquellos individuos —la mayoría— que solo usan su sistema 1. El resto, una minoría, son los que determinan los sesgos, los valores, la ética y el conocimiento que, en forma industrial y personalizada, alimenta a la mayoría, mediante

la IAG y otras herramientas tecnológicas.

Referencias

- Barrio, F. (2018, 8 de marzo). *Por qué me tuve que exiliar a Chipre* [Video]. Youtube. https://youtu.be/cIt6RT3EjLM?si=jR3H4WLJr_2UI4me
- Harari, Y. N. (2024). *Nexus*. Penguin Random House.
- Hinton, G. (2023, 9 de octubre). “*Godfather of AI*” *Geoffrey Hinton: The 60 Minutes interview*. [Entrevista realizada por S. Pelley] YouTube. https://youtu.be/qrvK_KuIeJk?si=38tIRyBrbf6wqDCI.
- Illich, I. (1974). *Tools for Conviviality*. Harper & Row.
- Kahneman, D. (2012). *Thinking, fast and slow*. Penguin Books.
- Luhmann, N. (2007). *La sociedad de la sociedad*. Herder.
- Maturana, H., & Varela, F. (1994). *De máquinas y seres vivos*. Lumen.
- Melgarejo Heredia, R. (2019). *Values, social imaginaries and the Internet control*. (Tesis doctoral). University of Southampton.
- Melgarejo Heredia, R. (2021). *Análisis del avance tecnológico para la educación superior y sus perspectivas para los próximos 5 años*. Quito.
- Minsky, M. (2010). *La máquina de las emociones*. Random House Mondadori S.A.
- Nietzsche, F. (1979). *Así hablaba Zaratustra*. Editores Unidos Mexicanos S.A.
- Reimer, E. (1970). *La escuela ha muerto*. Barral Editores.
- von Foerster, H. (2002). *Understanding understanding*. Springer-Verlag.

Una síntesis de la coordinadora de innovación

Estadística y probabilidad como soportes vitales de la IA, ética y responsabilidad social en la era de los algoritmos, el rol del pensamiento crítico en la interacción con la IA, y la evolución de la ingeniería de conocimiento y de *prompts* para su integración en aplicaciones específicas. Estas temáticas exploraron cómo se desarrolla la interacción entre las capacidades humanas y las herramientas tecnológicas, desde la estadística como fundamento de la IA hasta la ingeniería de *prompts* para mejorar aplicaciones. Estas áreas sugieren que la IA no reemplaza el juicio humano, sino que lo complementa y, en muchos casos, lo amplifica. Esto implica un trabajo en sinergia para comprender el papel de la IA. A continuación, se presenta una síntesis:

La estadística y la probabilidad: Soportes vitales de la inteligencia artificial

En este tema se subrayó la importancia de las matemáticas, especialmente la estadística y la probabilidad, como cimientos de la IA, la cual depende en gran medida de conceptos estadísticos para la creación de modelos predictivos, análisis de datos y ML. Los algoritmos de IA utilizan la probabilidad para manejar la incertidumbre y tomar decisiones basadas en datos incompletos o ambiguos. Por tanto, existe de forma latente la necesidad de integrar una enseñanza más sólida de estadística y probabilidad en los currículos educativos, no solo para

preparar a los estudiantes en carreras de IA y afines, sino también para desarrollar su capacidad crítica en la interpretación de datos.

Educación en la era de los algoritmos: Datos, responsabilidad social y soberanía tecnológica

La recopilación masiva de datos por algoritmos de IA plantea serios desafíos éticos y legales relacionados con la privacidad, la propiedad de los datos y el consentimiento informado. Por ello, se debe educar a toda la comunidad educativa sobre sus derechos digitales y cómo proteger su privacidad, además de preparar a los estudiantes para ser consumidores críticos y creadores responsables de tecnologías basadas en IA. Esto incluye abordar las desigualdades que surgen cuando solamente unas pocas empresas tienen control sobre los datos y las tecnologías.

La inteligencia artificial y el pensamiento crítico

A medida que la IA se convierte en una fuente de información más utilizada, es crucial enseñar a los estudiantes a cuestionar la precisión y la confiabilidad de las respuestas que brinda. El pensamiento crítico permite detectar sesgos o errores en las respuestas generadas por IA, así como distinguir entre hechos y opiniones, lo que posibilita el desarrollo de habilidades para analizar críticamente la información.

Preguntas inconclusas, respuestas ambiguas: ¿Existe una inteligencia artificial para eso?

Aunque la IA puede procesar enormes volúmenes de datos y encontrar patrones, frecuentemente ofrece respuestas ambiguas o incompletas cuando se enfrenta a preguntas que no tienen una solución clara

o única. Se discutió si en el futuro la IA podrá resolver preguntas complejas que implican juicios morales o dilemas filosóficos, y cómo se debe educar a los estudiantes para manejar esas limitaciones en el presente.

¿H-M o M-H?: ¿Desde la percepción a la ingeniería de conocimiento o desde prompt engineering hacia aplicaciones de inteligencia artificial?

En esta conferencia, el disertante exploró dos enfoques en la creación y uso de IA: la ingeniería del conocimiento humano-máquina (H-M) y la ingeniería de *prompts* (M-H). El enfoque de H-M se basa en la idea de que la IA debe ser diseñada para replicar la forma en que los humanos perciben y procesan la información. Se enfatizó que, para mejorar las aplicaciones de IA, es crucial entender cómo los humanos estructuran el conocimiento y cómo este puede ser modelado por la IA. El enfoque M-H se refiere al diseño y ajuste de las entradas que se dan a los modelos de IA para obtener las respuestas más útiles o precisas. Este enfoque ha ganado popularidad con herramientas como ChatGPT, donde la formulación de las preguntas es esencial para mejorar los resultados. Además, se presentaron ejemplos de cómo estas dos perspectivas pueden ser utilizadas en la educación. Mientras que la ingeniería del conocimiento permite la creación de sistemas más complejos y adaptativos, la ingeniería de *prompts* puede ser aplicada por educadores y estudiantes para sacar el máximo provecho de los sistemas de IA disponibles actualmente.

En conclusión, el panel subrayó que la educación en la era de la IA requiere una comprensión profunda de los fundamentos matemáticos, la responsabilidad social y el pensamiento crítico. La enseñanza debe ir más allá del uso técnico de la IA, promoviendo una conciencia

crítica sobre las implicaciones éticas y sociales que conlleva su implementación. Además, los enfoques de ingeniería del conocimiento y PE ofrecen herramientas complementarias para aprovechar el potencial de la IA en diversos contextos educativos y profesionales.

Mirada interdisciplinaria y transdisciplinaria del director científico

La primera conferencia, titulada *La estadística y la probabilidad, soportes vitales de la inteligencia artificial* estuvo a mi cargo, no en carácter de director científico sino como disertante. El espíritu de esta se centró en la conceptualización inicial del pensamiento estadístico, del pensamiento probabilístico, del pensamiento heurístico y del pensamiento metaheurístico como bases constructivas del funcionamiento cognitivo en los seres humanos, y siempre asociados a la importancia de la percepción.

Se abordó cómo la estadística, fundamentalmente a través de los estadísticos, la regresión y la inferencia estadística, sustentan a la IA, tanto de forma independiente como en conjunto con la probabilidad. Esta última, no solo a través de las variables aleatorias y las distribuciones probabilísticas, sino también mediante las estimaciones, los test de hipótesis y, fundamentalmente, los teoremas límites de convergencia, constituyen uno de los pilares del ML, en particular del DL, de la analítica predictiva y, actualmente de la IAG, especialmente en los modelos de chat.

El trabajo basado en árboles de decisión y modelos de regresión, sumado a modelos de aproximación, permiten mejorar la toma de de-

cisiones inteligentes, sujeta a los datos y a la información previamente definidos en gigantescas bases de datos. No obstante, esta realidad no es espontánea. Ya desde comienzos de la IA, en los sistemas basados en conocimiento —particularmente los sistemas expertos—, al tratar la experticia frente a la incertidumbre mediante el razonamiento aproximado y el razonamiento plausible, enmarcados en el razonamiento abductivo, muchos modelos se basaban en probabilidad. En numerosas subdisciplinas de la IA, este fenómeno no era diferente.

Sin embargo, es importante considerar que la estadística y la probabilidad no son las únicas disciplinas que permiten abordar la incertidumbre. También deben contemplarse y aplicarse otras teorías, como la teoría posibilística, la matemática difusa, la teoría de la plausibilidad y la teoría de los grados de confianza, entre otras, sin excluir el tratamiento de la imprecisión.

A partir de esta argumentación, se torna imprescindible promover la integración interdisciplinar para mejorar la construcción de modelos predictores en sistemas de chat, en la búsqueda de respuestas de mayor calidad y satisfacción.

La segunda conferencia, titulada *Educación en la era de los algoritmos: Datos, responsabilidad social y soberanía tecnológica*, a cargo de Martín F. Puricelli, quien enfatizó la importancia de los algoritmos, especialmente en el campo educativo y en su amplio espectro. Su exposición giró en torno a la necesidad de alcanzar la soberanía tecnológica como expresión cabal de la responsabilidad de todo país, evitando quedar atados o subordinados a tecnologías foráneas y replicar pasivamente lo impuesto por otros.

Más allá de esta cuestión, puso especial énfasis en el uso de los datos y en la responsabilidad social inherente a su disponibilidad y

manejo indiscriminado, no solo en cuanto al entrenamiento de los modelos, sino también respecto al punto de obtención de dichos datos, muchas veces sin consulta previa. Esto puede provocar tergiversaciones potenciales y sesgos iniciales que, a su vez, tienden a propagarse. Este es un tema central en el debate sobre el uso de conjuntos de datos, y por tanto, se plantea la necesidad de propiciar la democratización de los mismos.

La tercera conferencia, titulada *Inteligencia artificial y pensamiento crítico*, a cargo de Alexandre Le Voci Sayad, quien, desde su visión como periodista, destacó la necesidad del pensamiento crítico, especialmente para el análisis e interpretación de datos, además de su importancia en la construcción de algoritmos de IA. Planteó la urgencia de establecer redes de comprensión, sobre todo en procesos dinámicos, y remarcó la relevancia del reconocimiento de patrones.

Su principal argumento se basa en que, dado el avance de la IA como fuente de información accesible —especialmente para estudiantes de todos los niveles educativos—, resulta esencial validar la información. Este es un acto que cualquier persona debería realizar para conferir legitimidad a lo que expresa. La validación de las fuentes es, por tanto, una práctica fundamental. Lamentablemente, según Le Voci Sayad, esto no ocurre en la mayoría de los casos, y quienes consultan fuentes de IA suelen transcribir su contenido como si fuera “palabra santa”. Por ello, resulta imprescindible potenciar el pensamiento crítico, pues, como dice el adagio: “*lo que natura non da, Salamanca non presta*”.

La cuarta conferencia, titulada *Preguntas inconclusas, respuestas ambiguas: ¿Existe una inteligencia artificial para eso?*, a cargo de Mauricio J. Soullier, quien partió de la premisa de que la IAG, en la actuali-

dad, puede asociarse al “arte de imitar”, pues existe una contradicción significativa entre esta y el concepto de inteligencia natural (humana o animal). Destacó ciertas concepciones de Sam Altman, introduciendo la idea de cómo se percibiría un escenario de “GPT creando GPT”, lo que implicaría caer en sesgos significativos, con toda la complejidad que ello conlleva.

Soullier sostiene que, si bien la IA puede procesar grandes volúmenes de datos y encontrar coincidencias o patrones —dado que el reconocimiento de patrones constituye su núcleo—, las respuestas que ofrece no siempre alcanzan la profundidad esperada de un proceso verdaderamente inteligente, lo cual justifica el título de su conferencia.

Además, señaló limitaciones propias en el PE como en los LLMs, identificando errores tácticos, lógicos y de razonamiento. Por ello, considera pertinente afirmar que la IAG es, en esencia, IA; o bien, que es un ejemplo claro del “arte de imitar”.

La quinta conferencia, titulada *¿H-M o M-H?: ¿Desde la percepción a la ingeniería del conocimiento o desde prompt engineering hacia aplicaciones de inteligencia artificial?*, también estuvo a mi cargo, en calidad de disertante y no como director científico. Fue concebida y desarrollada en la misma línea de reflexión crítica, como una pregunta urticante y profunda para analizar el concepto Hombre-Maquina, desde la perspectiva de la *Human-Computer Interaction* (HCI), en oposición al concepto Máquina-Hombre, desde la perspectiva de la *Computer-Human Interaction* (CHI).

En este marco, se sintetizó la conceptualización de la ingeniería del conocimiento como la base de los sistemas basados en conocimiento. El ingeniero de conocimiento debe ocuparse de una pregunta crucial: ¿cómo? Pero ¿cuál es el alcance de esa pregunta?: ¿cómo adquirir,

elicitar, modelar, parametrizar, representar, implementar y validar el conocimiento? Es fácil advertir que se trata de una tarea sumamente difícil y compleja para una sola persona. Por tanto, no es un tema simple, sino un ejemplo cabal de *Human-Computer Interaction* (HCI).

En contrapartida, en la era de la IAG surge la ingeniería de petición, donde el ingeniero de petición debe ser, indudablemente, un experto en metalingüística para evitar todo tipo de errores e inconvenientes. Sin embargo, no se espera que sea perfecto. Este rol representa un claro ejemplo de *Computer-Human Interaction* (CHI).

Solo a modo de ejemplo, ¿qué se puede decir hoy sobre ChatGPT & Co.?

-
- ¿Resolutor de problemas?
- ¿Reconocedor de patrones?
- ¿Sistema basado en conocimiento?
- ¿Sistema tutor?
- ¿Reunión de especialistas?
- ¿Inssegado o segado?
- ¿Autónomo (o no supervisado) o híbrido?
- ¿Autovalidable? ¿Autorefinable?
- ¿Procesos de razonamiento?

En tanto que el cerebro humano, y solo a modo de ejemplo:

- Distintos tipos de cerebros: lógico, matemático, estadístico, estocástico, bayesiano
- Pensamiento lógico, pensamiento matemático, pensamiento estadístico, pensamiento estocástico, pensamiento bayesiano, pensamiento heurístico, pensamiento metaheurístico

- Talento
- Creatividad, *know-how* (heurística)
- Sentido común
- Inferencias con incertidumbre
- Inferencias sin gran volumen de datos
- Emociones
- Frenos inhibitorios
- Objetividad
- Equilibrio
- Por tanto, hay grandes desafíos desde la interdisciplinariedad, en búsqueda de la transdisciplinariedad, siempre en términos de mejora y optimización.

El propósito de verter estas ideas es aportar conceptos provenientes, inicialmente, de distintas disciplinas, en procura de optimizar procesos, modelos mentales, razonamiento y aprendizaje, desde distintas concepciones, en el planteamiento y la resolución de problemas con presencia de incertidumbre. De esta manera, se busca mejorar la toma de decisiones inteligentes desde la IA en la simulación de procesos de aprendizaje mediante modelos bioinspirados, principalmente tales como redes neuronales, ML, DL y aprendizaje por refuerzo; además de la teoría de agentes y multiagentes, y, actualmente, en la IAG.

Es natural, entonces, que en los procesos de resolución de problemas sea necesario transitar numerosos puentes con el fin de contribuir a mejorar los procesos de aprendizaje y, consecuentemente, converger hacia la toma de decisiones de carácter inteligente.

Postmemorias del Workshop INCOIN – Edición PUCE 2024 presenta una síntesis de las principales reflexiones, ponencias y paneles desarrollados durante el encuentro internacional sobre *Inteligencia Artificial aplicada a la Educación Superior*, realizado los días **22 y 23 de agosto de 2024** en la **Pontificia Universidad Católica del Ecuador (PUCE)**.

Organizado en el marco del **Proyecto INCOIN (Inteligencia Colectiva – Convergencia Interdisciplinaria)**, el evento reunió a docentes, investigadores y profesionales de ocho países para analizar, desde diversas perspectivas, el impacto de la Inteligencia Artificial en los procesos de enseñanza, aprendizaje, investigación y gestión académica.

Las contribuciones aquí compiladas evidencian la importancia de la interdisciplinariedad, la colaboración y la innovación como pilares para una educación superior de calidad, inclusiva y orientada a los desafíos contemporáneos. En ellas se destacan los avances en alfabetización digital, personalización del aprendizaje, retroalimentación automatizada, pensamiento crítico y soberanía tecnológica, entre otros temas que reflejan la amplitud y profundidad del diálogo académico sostenido durante el Workshop.

Esta publicación, bajo la dirección científica de **Jorge E. Sagula** (Universidad Nacional de Luján, Argentina) y la co-dirección científica de **Rafael Melgarejo Heredia** (Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Ecuador), constituye un testimonio del compromiso institucional de la PUCE con la generación de conocimiento, la cooperación internacional y la mejora continua de la educación superior a través de la investigación aplicada y la innovación tecnológica.



Pontificia Universidad
Católica del Ecuador

edi
PUCE



Grupo de
Editoriales
Universitarias
AUSJAL

ISBN: 978-9978-77-772-6



9789978777726