
FUNDAMENTOS PARA UN SISTEMA DE EVALUACIÓN AUTOMATIZADA EN DIBUJO TECNOLÓGICO SEGÚN NORMAS IRAM E IA GENERATIVA

INCHAUSTE, M. CECILIA – ERCOLANI, GERMÁN D.
cecilia.inchauste@uns.edu.ar – german.ercolani@uns.edu.ar

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA. UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SUR

EJE: Reflexiones en torno a la educación con tecnologías en las ingenierías.

PALABRAS CLAVES: Dibujo tecnológico, Normativa IRAM, Retroalimentación automatizada, Inteligencia artificial generativa

INTRODUCCIÓN

El dibujo tecnológico constituye una herramienta esencial en la ingeniería mecánica para la representación precisa y normalizada de componentes y sistemas. Su correcta interpretación y producción no solo requiere habilidades gráficas, sino también una comprensión rigurosa de las normativas aplicables, como las IRAM-ISO 128-2, IRAM-ISO 128-3, IRAM-ISO 129-1 y la IRAM 4501, entre otras. Sin embargo, los procesos de evaluación de estos planos en contextos educativos presentan desafíos crecientes, en particular por la dificultad de proporcionar retroalimentación oportuna, detallada y coherente con dichas normativas.

La reciente aparición de herramientas basadas en inteligencia artificial generativa (IAG), como los modelos de lenguaje de gran tamaño (LLM), ofrecen nuevas oportunidades para automatizar estos procesos. Sin embargo, como se ha evidenciado en investigaciones recientes, estos sistemas suelen operar con estándares internacionales, lo que genera una disonancia al aplicarse en contextos locales como el argentino.

Frente a esta situación, el presente trabajo presenta un primer paso en la construcción de un sistema de retroalimentación automatizada adaptado a la normativa IRAM, mediante la definición y justificación de criterios de verificación técnica que puedan ser utilizados tanto por docentes como por modelos computacionales en los procesos de enseñanza y aprendizaje y en la evaluación de la documentación gráfica.

OBJETIVOS

- Analizar el estado del arte sobre la aplicación de inteligencia artificial generativa (IAG) en la retroalimentación de documentación técnica, con énfasis en entornos educativos y normativos.
- Identificar y sistematizar los criterios de evaluación gráfica derivados de la normativa IRAM aplicables al dibujo tecnológico.
- Proponer una estructura preliminar de verificación automatizada, orientada al entrenamiento de modelos generativos en función de los estándares regionales.

MARCO TEÓRICO

Retroalimentación en el aprendizaje del dibujo técnico

La retroalimentación es reconocida como un factor central en el aprendizaje efectivo [1]. En contextos técnicos, y particularmente en la enseñanza de sistemas de representación en ingeniería, proveer comentarios oportunos y precisos sobre planos

presentados por estudiantes permite corregir errores normativos, mejorar la visualización espacial y fomentar la autonomía del aprendizaje.

Estudios como los de [2] y [3] han mostrado cómo la retroalimentación generada mediante modelos de IA puede ofrecer ventajas en términos de velocidad, consistencia y personalización. Sin embargo, también se advierte que la falta de contexto disciplinar o normativo puede comprometer la validez de las recomendaciones ofrecidas por estos sistemas.

IA generativa y evaluación automatizada en ingeniería

Los modelos de IA generativa, como GPT o AMCAD, han comenzado a implementarse para la evaluación de planos técnicos, especialmente en entornos CAD. Estas herramientas, como lo plantea [4], son capaces de detectar inconsistencias geométricas o errores gráficos de forma eficiente. Sin embargo, su aplicación suele estar restringida a modelos entrenados con criterios genéricos o internacionalizados.

A nivel de investigación, aún son escasos los estudios que exploran la adecuación normativa de las sugerencias de estas herramientas, especialmente cuando se trata de normas regionales como las IRAM. La investigación llevada a cabo por [5], por ejemplo, destacan que los modelos evaluados fallan al aplicar criterios específicos de representación gráfica cuando no están explícitamente indicados en el *prompt* (instrucción o texto que se le da a un sistema de IA) o si no forman parte del entrenamiento del LLM.

Dificultades en la aplicación de normas IRAM por parte de modelos generativos

Las normas IRAM aplicables al dibujo tecnológico establecen criterios precisos para la representación, acotación y rotulación de planos [6]. La interpretación automatizada de estas normas implica no solo la identificación de elementos gráficos, sino también su relación con convenciones normativas locales. Debido a que estas normas no son de libre acceso y consulta, la mayoría de los modelos generativos disponibles no están entrenados con esta documentación, lo que limita su precisión normativa.

DESARROLLO DE CRITERIOS DE EVALUACIÓN

Justificación metodológica

Con el fin de evaluar de forma automatizada un plano técnico conforme a la normativa IRAM, es necesario establecer una lista de verificación estructurada en función de categorías clave. Esta lista debe ser comprensible tanto para docentes como para sistemas computacionales, y estar alineada con los errores comunes detectados en el proceso de enseñanza y aprendizaje con estudiantes de ingeniería.

Se propone agrupar los criterios en cuatro categorías principales: Proyecciones ortogonales, Axonometría, Rótulo y Acotación.

Esta clasificación permite sistematizar los aspectos más relevantes del dibujo tecnológico y constituye una base sólida para el desarrollo de futuros sistemas de retroalimentación asistida por IA.

1. Proyecciones ortogonales

Las normas IRAM indican que debe especificarse el método de proyección (ISO E o ISO A) mediante símbolo normado, y que la disposición de vistas debe respetar dicho sistema. Además, deben representarse únicamente las vistas necesarias para interpretar el objeto, utilizando los tipos de líneas apropiados según la norma IRAM-ISO 128-2. Por ello se establecen los siguientes criterios de evaluación referidas a las proyecciones ortogonales:

- Verificación del sistema de proyección (símbolo y disposición).
- Denominación correcta de vistas (vista anterior, superior, lateral, etc.).
- Inclusión de aristas no visibles y ejes.
- Representación mínima y suficiente de vistas.

2. Axonometría

Las normas admiten la representación gráfica de objetos tridimensionales de una sola vista a partir de tres ejes coordenados sobre un único plano de proyección. Se recomiendan cuatro tipos de axonometrías dependiendo principalmente del campo de actividad (mecánica, eléctrica, construcción, etc.), siempre que se respeten las proporciones y los ejes de coordenadas. Este tipo de representación mejora la comprensión espacial y es especialmente útil en contextos educativos. El criterio establecido es el siguiente:

- Precisión en la representación de la axonometría (trazado, escala de representación).

3. Rótulo

El rótulo debe contener información básica y estar organizado según lo establecido en la normativa de referencia. Esto incluye nombre del producto, autor, fecha, escala utilizada y número de plano. Su correcta ubicación y llenado es indispensable en documentación profesional. En consecuencia, los criterios establecidos se detallan a continuación:

- Totalidad de la Información (autor, producto, fecha, escala).
- Escala empleada conforme a valores normativos.
- Claridad en la identificación del dibujo.

4. Acotación

La acotación, regulada por IRAM-ISO 129-1, involucra el dimensionado de la pieza representada y debe seguir criterios de claridad, no redundancia, ordenamiento lógico y uso adecuado de simbología. Es uno de los aspectos más complejos de evaluar automáticamente, ya que implica interpretación semántica y espacial simultáneamente. De esta manera, para esta categoría se establecen los siguientes criterios de evaluación:

- Técnica de dimensionado coherente (de menor a mayor).
- Ausencia de cotas duplicadas o cruzadas.
- Correcta ubicación y orden.
- Diámetros y radios acotados correctamente.
- Comprensión general de la pieza a partir del dimensionado.

Hacia un Sistema Computacional Normativamente Alineado

Se presume que el establecimiento de estos criterios constituye el insumo necesario para el entrenamiento de modelos generativos que puedan asistir en la evaluación de planos técnicos desde una perspectiva situada. Para ello, se propone la futura elaboración de una base de datos sintética basado en ejemplos correctos, incompletos e incorrectos, alineado a la normativa IRAM, que permita enseñar a los modelos generativos no solo a reconocer patrones gráficos, sino también a razonar en función de estándares locales.

Este enfoque puede permitir no solo mejorar la precisión de la retroalimentación, sino también garantizar que los estudiantes y profesionales reciban evaluaciones coherentes con el marco regulatorio nacional.

CONCLUSIONES

Este trabajo establece los fundamentos teóricos y metodológicos para desarrollar un sistema de retroalimentación automatizada en el ámbito del dibujo técnico en ingeniería mecánica, basado en inteligencia artificial generativa y normas IRAM. A partir del análisis de literatura, se justifica la necesidad de construir criterios de verificación específicos que puedan ser implementados tanto en la docencia como en las prácticas profesionales.

El desarrollo de estos criterios, estructurados en categorías clave (proyecciones, axonometría, rótulo y acotación), representa el primer paso hacia un modelo normativamente contextualizado, capaz de ofrecer retroalimentación pertinente y rigurosa. La propuesta futura incluye la creación de una base de datos y entornos de prueba que permitan entrenar modelos generativos en el marco del dibujo tecnológico bajo normativa argentina, superando las limitaciones actuales impuestas por la falta de acceso a estándares locales en los modelos internacionales.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a la Secretaría General de Ciencia y Tecnología de la Universidad Nacional del Sur (UNS) por la financiación del Proyecto (PGI) “Desarrollo de Dibujo Tecnológico Avanzado de acuerdo a las Normas IRAM como complemento ejemplificativo y de actualización”, y al Departamento de Ingeniería de la UNS por el apoyo brindado para el desarrollo de estas investigaciones.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Hattie, J., y Timperley, H. (2007). The Power of Feedback. *Review of Educational Research*, 77(1), 81-112. <https://doi.org/10.3102/003465430298487>
- [2] Lee, S.S. y Moore, R.L. (2024) Harnessing Generative AI (GenAI) for automated feedback in higher education: A systematic review. *Online Learning*, Volume28(3), (82-104). DOI: 10.24059/olj.v28i3.4593
- [3] Wan, T. y Chen, Z. (2024). Exploring generative AI assisted feedback writing for students' written responses to a physics conceptual question with prompt engineering and few-shot learning. *Physical Review Physics Education Research*. 20. 10.1103/PhysRevPhysEducRes.20.010152.
- [4] Jianwu, L.W., Yew, L.S., On, L.K., et al. (2023) Artificial intelligence-enabled evaluating for computer-aided drawings (AMCAD). *International Journal of Mechanical Engineering Education*. 52(1):3-31. doi:[10.1177/03064190231175231](https://doi.org/10.1177/03064190231175231)
- [5] Razak, A., Lim, M., Tomeo-Reyes, I. y Li, D. (2024). Exploring the Capabilities and Limitations of Generative AI in Providing Feedback on Engineering Drawings: A Case Study. *2024 World Engineering Education Forum - Global Engineering Deans Council (WEEF-GEDC)*. 1-9. Doi: 10.1109/WEEF-GEDC63419.2024.10854935.
- [6] IRAM Colección (s.f.). Instituto Argentino de Normalización y Certificación. Disponible en: <https://iramcoleccion.org.ar/>