



Análisis de conglomerados en la didáctica universitaria: Un estudio exploratorio para el agrupamiento de cátedras de ingeniería según sus prácticas de enseñanza

Cluster analysis in university teaching: An exploratory study for grouping engineering courses according to their teaching practices

Presentación: 25/09/2025

Aprobación: 19/12/2025

Publicación: 29/12/2025

Yanina María Zuazquita

 <https://orcid.org/0009-0004-9770-7324>

Universidad Tecnológica Nacional. Facultad Regional Resistencia, Argentina.
yaninazuazquita@gfe.frre.utn.edu.ar

Fernando Héctor Soria

Universidad Tecnológica Nacional. Facultad Regional Resistencia, Argentina.
fsoria@gfe.frre.utn.edu.ar

Resumen

Este avance de investigación es un estudio que busca identificar y agrupar cátedras de ingeniería por sus prácticas de enseñanza y evaluación para fundamentar decisiones pedagógicas. Se analizaron 14 cátedras de primeros años de ingeniería, básicas y específicas, de la Facultad Regional Resistencia. La metodología se basa en técnicas multivariantes y visualización con dendrogramas, validando robustez con el coeficiente cofenético. Los datos cualitativos se han obtenido de encuestas sobre estrategias didácticas y evaluación, se codificaron binariamente. Se observó un panorama pedagógico híbrido tradicional/activo, perfiles distintivos y desajustes entre enseñanza y evaluación. Tres clústeres fueron identificados: tradicional, híbrido incipiente e innovador. La coexistencia metodológica demanda alinear enseñanza y evaluación. El análisis de conglomerados es clave para diagnosticar desajustes y guiar apoyo personalizado, fortaleciendo la calidad académica y planificación institucional.

Palabras clave: enseñanza en ingeniería, análisis de clúster, estrategias didácticas.

Abstract

This research advance is a study that seeks to identify and group engineering courses according to their teaching and assessment practices in order to inform pedagogical decisions. Fourteen first-year engineering courses, both basic and specific, from the Resistencia Regional Faculty were analyzed. The methodology is based on multivariate techniques and visualization with dendrograms, validating robustness with the cofenetic coefficient. Qualitative data were obtained from surveys on teaching strategies and assessment and were coded binarily. A hybrid traditional/active pedagogical landscape was observed, with distinctive profiles and mismatches between teaching and assessment. Three clusters were identified: traditional, incipient hybrid, and innovative. Methodological coexistence requires aligning teaching and assessment. Cluster analysis is key to diagnosing mismatches and guiding personalized support, strengthening academic quality and institutional planning.

Keywords: engineering education, cluster analysis, teaching strategies.

Introducción

La enseñanza en los primeros años de las carreras de ingeniería enfrenta el desafío de articular la transmisión de saberes básicos con la incorporación de competencias transversales que favorezcan la formación profesional. Este artículo de avance de investigación forma parte del proyecto “La práctica de enseñanza en ingeniería: una mirada desde el enfoque basado en competencias”, desarrollado por el Grupo GIESIN de la Facultad Regional Resistencia. Este proyecto se enmarca en líneas de trabajo previas impulsadas por Monti y Maurel (2024), destacando la necesidad de fortalecer la formación docente universitaria y de generar evidencias empíricas que acompañen la implementación del enfoque por competencias en ingeniería. En este contexto, la investigación se enfoca en las prácticas docentes en los primeros años de las carreras de ingeniería, analizando la planificación de las asignaturas, los tipos de evaluación y la coherencia de estas con los sistemas de evaluación propuestos.

El objetivo de este avance de investigación es reconocer e identificar las regularidades presentes en la implementación de las prácticas de aula durante los primeros años de las carreras de ingeniería. El mismo considera las estrategias didácticas y pedagógicas previstas en la planificación anual y las contrasta con encuestas realizadas a los docentes de las cátedras involucradas. El estudio se enmarca en un enfoque exploratorio-descriptivo, que caracteriza las prácticas en el aula.

De dicho objetivo se desprende las principales preguntas que guían el estudio:

¿Es posible caracterizar la diversidad de prácticas pedagógicas para visibilizar inconsistencias o desajustes entre las estrategias de enseñanza y los sistemas de evaluación propuestos? ¿Qué perfiles de cátedras existen para guiar el apoyo y la planificación institucional?

La importancia de detectar perfiles de enseñanza y métodos de evaluación se justifica en la necesidad institucional para la toma de decisiones pedagógicas y optimización del enfoque basado en competencia (EBC). La contribución original del estudio reside en la aplicación de una herramienta cuantitativa robusta, el Análisis de Conglomerados, a un campo poco explorado como las prácticas pedagógicas en las cátedras de ingeniería, generando evidencia empírica novedosa y aplicable a la gestión pedagógica.

La perspectiva teórica de este estudio está sólidamente enmarcada en el enfoque basado en competencias, reconociendo que la formación en ingeniería requiere la incorporación de competencias transversales además de la transmisión de saberes básicos.

El Consejo de Decanos de Ingeniería (CONFEDI) ha establecido un Enfoque Basado en Competencias (EBC) para la formación de ingenieros, formalizado en su Libro Rojo (2018). Este enfoque, que se origina en el ámbito laboral para definir las cualidades de un buen desempeño, se ha trasladado a la educación con el objetivo de dotar a los futuros profesionales de herramientas para responder eficazmente a los desafíos del mundo real.

El EBC, más que un modelo pedagógico, es un enfoque que exige una profunda transformación en la enseñanza y el aprendizaje. Tobón (2004), desde la perspectiva del Pensamiento Complejo, la competencia se concibe como un proceso complejo donde el individuo moviliza e integra el saber ser (actitudes), el saber conocer (conceptos) y el saber hacer (procedimientos) para actuar de forma creativa y con autonomía intelectual ante problemas de la vida cotidiana.

Las asignaturas de primer año son decisivas para iniciar este cambio:

- Superación del estudiante pasivo: el EBC requiere un cambio de rol, donde el docente pasa de ser un transmisor de contenidos a un mediador, organizador y gestor del aprendizaje. El estudiante, por su parte, se convierte en un sujeto activo en su proceso formativo, superando la pasividad del modelo tradicional.
- Aprendizaje Activo y Situado: el aprendizaje de competencias implica que el estudiante desarrolle la capacidad de seleccionar y aplicar saberes diversos en situaciones concretas. Se busca que el conocimiento tenga una utilidad práctica y se materialice en la realidad del estudiante, lo que se logra mediante estrategias didácticas que privilegian la acción y la reflexión, como el Aprendizaje Basado en Problemas, el método de Proyectos o los estudios de casos.

En el contexto de una sociedad del conocimiento incierto y flexible, la universidad no puede proporcionar todo el saber necesario para el ejercicio profesional. En este sentido, la formación debe centrarse en desarrollar capacidades de aprendizaje y no solo conocimientos puntuales. Aprender a aprender se convierte, así, en una demanda esencial Monereo Font y Pozo Municio (2005).

La importancia del EBC en las asignaturas iniciales de Ingeniería radica en:

Desarrollo de Competencias: el EBC busca la integración de competencias instrumentales (como la capacidad de análisis, síntesis y resolución de problemas), interpersonales (trabajo en equipo, compromiso ético) y sistémicas (capacidad de aplicar conocimientos, creatividad, autonomía). Estas competencias, especialmente las genéricas o transversales, son fundamentales y deben comenzar a desarrollarse y ejercitarse desde el inicio de la carrera.

Preparación para la Incertidumbre: la Ingeniería requiere profesionales capaces de utilizar sus conocimientos de manera estratégica y competente en contextos de continuo cambio. El EBC, al promover la resolución de problemas complejos y la reflexión en la acción, sienta las bases para esta capacidad de adaptación desde el primer año.

Movilización de Recursos: la competencia no es solo poseer conocimientos, habilidades o actitudes, sino la capacidad de movilizarlos, integrarlos y orquestarlos de manera pertinente en cada situación única Zabala & Arnau (2008). Por lo tanto, las asignaturas de primer año deben crear situaciones auténticas donde los estudiantes deban resolver problemas,

valorando y evaluando la forma en que lo hacen para promover esta integración.

Caracterizar las prácticas pedagógicas implica delimitar los factores que intervienen en ella a la luz de los aspectos trabajados en el enfoque basado en competencias. Esta tarea no resulta sencilla, por ello se apeló a estadística exploratoria descriptiva.

La aplicación del Análisis de Clúster (Conglomerados) en el presente estudio, centrado en la coherencia entre estrategias de enseñanza e instrumentos de evaluación en la Facultad Regional Resistencia, se justifica por su idoneidad para abordar las características particulares de nuestra investigación. Dada una muestra de tamaño reducido ($N=14$), un análisis de clúster de tipo jerárquico se presenta como una herramienta exploratoria robusta. Este enfoque no busca inferencias poblacionales amplias, sino la identificación de patrones y estructuras internas en un grupo específico, permitiendo desentrañar relaciones complejas que no son evidentes mediante análisis descriptivos simples. Para gestionar la naturaleza originalmente cualitativa de las variables –competencias, estrategias de enseñanza e instrumentos de evaluación– se optó por una transformación a un formato binario (0/1). Esta cuantificación de presencia/ausencia no solo objetiva los atributos pedagógicos en estudio, sino que también facilita un tratamiento estadístico sistemático, manteniendo la esencia de los datos originales. Esta estrategia es reconocida en la literatura para convertir información descriptiva en variables aptas para análisis multivariados. Finalmente, el Análisis de Clúster es instrumental en la búsqueda de tipologías. Su capacidad para agrupar docentes o prácticas pedagógicas en función de sus similitudes intrínsecas permite identificar "perfiles" o "tipos" naturales de coherencia docente. Estos perfiles revelan las diversas maneras en que se articulan las estrategias de enseñanza y la evaluación, ofreciendo una comprensión más matizada de la planificación pedagógica en el contexto estudiado. Así, esta metodología posibilita una caracterización profunda de las prácticas, contribuyendo significativamente a la comprensión de la dinámica educativa interna.

La metodología del análisis de conglomerados se revela como una herramienta idónea para agrupar las cátedras según las estrategias de enseñanza y los criterios y/o sistemas de evaluación.

Permite fundamentar decisiones pedagógicas al proporcionar un diagnóstico claro de las metodologías empleadas.

La detección de perfiles diferenciados de enseñanza y evaluación permite a la institución diseñar e implementar políticas de apoyo, capacitación y recursos personalizadas para cada perfil, optimizando los esfuerzos institucionales para fortalecer los procesos de enseñanza-aprendizaje.

Diversos estudios han documentado la pertinencia del análisis de conglomerados (cluster analysis) como técnica multivariante. Andrade-Domínguez et al. (2024) destacan que el análisis jerárquico, desde la perspectiva de la teoría general de sistemas, permite representar relaciones complejas y visualizar estructuras subyacentes a través de dendrogramas. Esta capacidad explicativa convierte al análisis de conglomerados en una herramienta robusta para la investigación educativa y la planificación institucional. Asimismo, Arévalo y Pérez-González (2018) demostraron su aplicabilidad para evaluar rendimiento académico en estudiantes universitarios, generando grupos homogéneos que orientan intervenciones focalizadas. De manera complementaria, Córdova Espinoza et al. (2025) integran esta técnica con modelos de ecuaciones estructurales y mapas autoorganizados, ampliando su potencial para la personalización de la enseñanza.

Si bien, no se han identificado trabajos previos que utilicen análisis de conglomerados para agrupar cátedras según sus prácticas pedagógicas, en el ámbito específico de la

ingeniería, Vaccarezza et al. (2015) aportan evidencia empírica sobre la necesidad de articular coherentemente el modelo educativo con la práctica real. Su estudio demuestra que la adopción de un enfoque centrado en el aprendizaje requiere que el docente sistematice tres dimensiones clave: la planificación didáctica, las estrategias metodológicas activas y la evaluación auténtica. Los autores identifican que la eficacia del proceso formativo depende de la capacidad del docente para integrar estos elementos de manera 'sistemática', superando las prácticas tradicionales y desarticuladas que a menudo prevalecen en las facultades de ingeniería.

Sin embargo, la literatura presenta un vacío relevante, particularmente en la formación inicial de ingeniería. Esta ausencia constituye precisamente una de las motivaciones centrales del presente estudio y responde a la necesidad de desarrollar herramientas empíricas que permitan caracterizar la variabilidad metodológica dentro de una misma institución.

Aun así, existen investigaciones que, mediante otras metodologías, han buscado clasificar, agrupar o caracterizar cátedras, programas o instituciones educativas. En el contexto argentino, Giachero (2022) aplicó análisis de clúster para identificar desigualdades cualitativas entre universidades estatales, demostrando que las técnicas de agrupamiento permiten revelar patrones institucionales relevantes para la gestión académica. En una línea semejante, el estudio analiza la heterogeneidad de programas universitarios utilizando indicadores académicos y metodológicos, argumentando la necesidad de segmentar unidades educativas para comprender las diferencias en prácticas pedagógicas y resultados formativos.

Estos trabajos no abordan directamente la agrupación de cátedras por prácticas didácticas, pero sí constituyen antecedentes metodológicos y conceptuales sobre la pertinencia de analizar estructuras internas en sistemas educativos mediante técnicas comparativas, taxonómicas o multivariantes.

Desde una perspectiva más amplia, estudios como los de Hair et al. (2018) y Everitt et al. (2011) fundamentan el valor del análisis multivariante para examinar patrones en datos complejos, reforzando la elección metodológica realizada en esta investigación. Al mismo tiempo, enfoques pedagógicos centrados en competencias —como los desarrollados por Monti y Maurel (2024)— subrayan la urgencia de generar evidencia empírica que permita evaluar la coherencia entre estrategias de enseñanza y criterios de evaluación en carreras de ingeniería.

Finalmente, la comparación entre la propuesta metodológica del presente trabajo y los enfoques tradicionalmente empleados en la literatura resulta significativa. Mientras que la caracterización de cátedras se ha abordado habitualmente mediante análisis descriptivos, estudios de caso o comparaciones cualitativas, el análisis de conglomerados introduce una perspectiva sistemática, replicable y basada en evidencia cuantitativa que permite identificar nuevos perfiles pedagógicos. Este aporte metodológico constituye, por tanto, un valor agregado distintivo del estudio y responde al vacío identificado en la bibliografía.

De este modo, los antecedentes permiten situar el presente estudio en un marco sólido que conjuga fundamentos metodológicos y aplicaciones educativas. El análisis de conglomerados se revela como una herramienta idónea para caracterizar la diversidad de prácticas pedagógicas, visibilizar inconsistencias entre enseñanza y evaluación, y generar insumos para la mejora institucional en los primeros años de las carreras de ingeniería.

Material y Método

La finalidad de éste avance de investigación, luego de iniciado el proceso de transformación curricular iniciado en 2023, con la implementación del Enfoque Basado en Competencia (EBC), se centró en identificar las estrategias didácticas y pedagógicas con el propósito de analizar la coherencia existente entre lo plasmado en la planificación áulica y lo realizado en el aula asociado al EBC. En esta línea, se busca generar conocimiento y ofrecer orientaciones que contribuyan a enriquecer las prácticas pedagógicas de los docentes, así como determinar las condiciones institucionales y contextuales que favorecen la adopción del EBC. Este análisis resulta especialmente relevante para la formación en ingeniería en la UTN.

La selección de cátedras, carreras y el diseño para la recolección de datos fue definida estratégicamente por el equipo investigador para analizar las percepciones y experiencias de las cátedras involucradas. Se definió una muestra intencional de docentes de distintas materias de 1er año de las carreras de ingeniería, la población de estudio la conforman las tres (3) carreras de ingeniería: Ingeniería Electromecánica (IEM); Ingeniería en Sistemas de Información (ISI); Ingeniería Química (IQ) y la muestra la constituyen todas las asignaturas del primer año de las tres (3) carreras mencionadas. Como parte de este proceso mixto se diseñó y aplicó una encuesta a los docentes de primer año de las tres carreras de Ingeniería implementadas en la Facultad Regional Resistencia de UTN.

La fase analítica presentada aquí corresponde a los análisis estadísticos preliminares realizados con datos obtenidos en la Facultad Regional Resistencia. La muestra, se compone de catorce cátedras que abarcan tanto materias básicas —como Álgebra y Geometría Analítica, Análisis Matemático I y Física I— como asignaturas específicas de cada carrera, tales como Algoritmos y Estructuras de Datos e Ingeniería Electromecánica I. La recolección de datos se llevó a cabo mediante encuestas diseñadas que permitieron obtener información sobre las estrategias didácticas y los instrumentos de evaluación propuestos en las planificaciones informadas por las cátedras. Si bien la información obtenida es de naturaleza cualitativa, ha sido codificada rigurosamente para permitir el empleo de métodos estadísticos en su validación y análisis.

El instrumento consta de 10 preguntas organizadas en función a la información a recabar: 1-datos relacionados con la asignatura que imparte el docente, 2- datos relacionados con las estrategias que incluye en su planificación para promover el desarrollo de competencias, 3- estrategias de enseñanza desarrolladas por los docentes, 4- herramientas tecnológicas utilizadas por los docentes, 5- datos relacionados con la evaluación.

Con respecto al tipo de preguntas, se utilizaron preguntas abiertas y cerradas. En algunos casos con varias opciones y en otras de una sola opción.

Para garantizar la calidad metodológica del instrumento utilizado, se adoptaron procedimientos específicos orientados a fortalecer su validez y confiabilidad. En primer lugar, se aplicó un proceso de validación de contenido, mediante el cual el cuestionario fue revisado por el equipo investigador, evaluaron la pertinencia, claridad y coherencia de los ítems, así como su alineación con las dimensiones analizadas (planificación didáctica, estrategias metodológicas y sistemas de evaluación). A partir de sus observaciones, se realizaron ajustes en la redacción de preguntas, ordenamiento temático y opciones de respuesta.

En segundo lugar, se realizó una prueba piloto del cuestionario con un grupo reducido de docentes que no formaban parte de la muestra final. Esta instancia permitió identificar ambigüedades, redundancias o dificultades de interpretación, lo cual derivó en mejoras puntuales en la formulación de ciertos ítems y en la estructura general del formulario.

En conjunto, estos procedimientos aseguran que el instrumento presenta adecuación técnica para su aplicación y análisis en el marco del estudio.

Con el propósito de estructurar el análisis, se definieron cuatro variables de interés que sintetizan dimensiones centrales del proceso de enseñanza-aprendizaje en el contexto universitario. La selección de estas variables respondió a dos criterios principales: (i) su relevancia pedagógica, es decir, la capacidad de cada dimensión para reflejar prácticas efectivas de enseñanza y evaluación, y (ii) su operatividad metodológica, que permitió traducir información cualitativa en datos discretos susceptibles de ser analizados mediante técnicas estadísticas multivariantes.

Las variables consideradas fueron las siguientes:

Variable	Dimensión Central	Definición Operativa	Codificación
A01	Estrategias de enseñanza utilizadas	Incluye modalidades de organización del aula, técnicas de exposición y metodologías activas.	0: Categoría no utilizada. 1: Categoría utilizada.
A02	Tipos de evaluación empleados	Hace referencia a los formatos de evaluación implementados (escrita, oral, práctica, continua).	0: Tipo de evaluación no empleado. 1: Tipo de evaluación empleado.
A03	Criterios de evaluación considerados	Contempla los aspectos que orientan la valoración del desempeño, incluyendo saberes conceptuales, procedimentales y actitudinales .	0: Criterio no considerado. 1: Criterio considerado.
A04	Instrumentos específicos utilizados	Se refiere a los medios concretos empleados (exámenes, rúbricas, informes, proyectos).	0: Instrumento no utilizado. 1: Instrumento utilizado.

Tabla 1: Variables proceso de enseñanza – aprendizaje. Fuente: Elaboración propia

Estas variables permiten analizar cómo las cátedras integran los distintos tipos de saberes en sus prácticas.

Estrategias de enseñanza utilizadas: incluye modalidades de organización del aula, Una decisión metodológica importante fue la transformación de las respuestas cualitativas de la encuesta en datos discretos binarios. Cada categoría de las variables fue codificada con un '0' (no utilizado) o un '1' (utilizado), permitiendo el análisis cuantitativo y la aplicación de técnicas estadísticas como el análisis de clúster. Si bien esta conversión implica una reducción de la riqueza de los datos cualitativos originales, permite identificar patrones de adopción más que a las complejidades de la implementación o la efectividad percibida, configurando el terreno para la identificación de perfiles claros de práctica pedagógica.

Estas dimensiones no fueron seleccionadas de manera arbitraria: guardan una relación directa con el enfoque por competencias en la educación en ingeniería. En particular, permiten analizar cómo las cátedras integran distintos tipos de saberes —conceptuales, procedimentales y actitudinales— en sus prácticas, y de qué modo los sistemas de evaluación reflejan o limitan el desarrollo de dichas competencias. En este sentido, la inclusión de estrategias activas y la coherencia entre evaluación y enseñanza constituyen indicadores clave de la implementación del modelo por competencias Monti y Maurel (2024); Ortega et al. (2024).

El tratamiento estadístico se llevó a cabo mediante un análisis de conglomerados jerárquicos, con el fin de identificar perfiles homogéneos de cátedras a partir de la similitud en sus prácticas

pedagógicas. Para ello se aplicaron diferentes métodos de enlace y medidas de distancia, evaluando la consistencia de las agrupaciones mediante el coeficiente cofenético. Este procedimiento permitió validar la robustez de los conglomerados y garantizar que los perfiles obtenidos reflejaran patrones reales en los datos.

Resultados y Discusión

El análisis estadístico se dividió en dos fases principales:

1. Estadística Descriptiva

El análisis descriptivo permitió obtener un panorama general de las estrategias de enseñanza y los sistemas de evaluación aplicados en las cátedras relevadas. Los datos evidenciaron la coexistencia de metodologías tradicionales con enfoques más innovadores, configurando un escenario híbrido que refleja tanto la persistencia de prácticas clásicas como la incorporación gradual de propuestas activas. Este predominio indica que, aun cuando las cátedras exploran recursos pedagógicos diversos, la enseñanza expositiva y dialogada continúa siendo un pilar en la formación inicial de ingeniería. A su vez, metodologías como el aula invertida y el trabajo de laboratorio fueron adoptadas en 8 cátedras, mientras que el aula taller apareció en 6 casos. Por último, estrategias de carácter más complejo, como el aprendizaje basado en proyectos (3 cátedras) y la simulación (2 cátedras), tuvieron una presencia limitada, lo que sugiere que todavía representan un desafío de implementación. Esto tiene implicaciones para el desarrollo profesional docente, sugiriendo capacitaciones que se centren en la integración coherente de estas diversas estrategias.

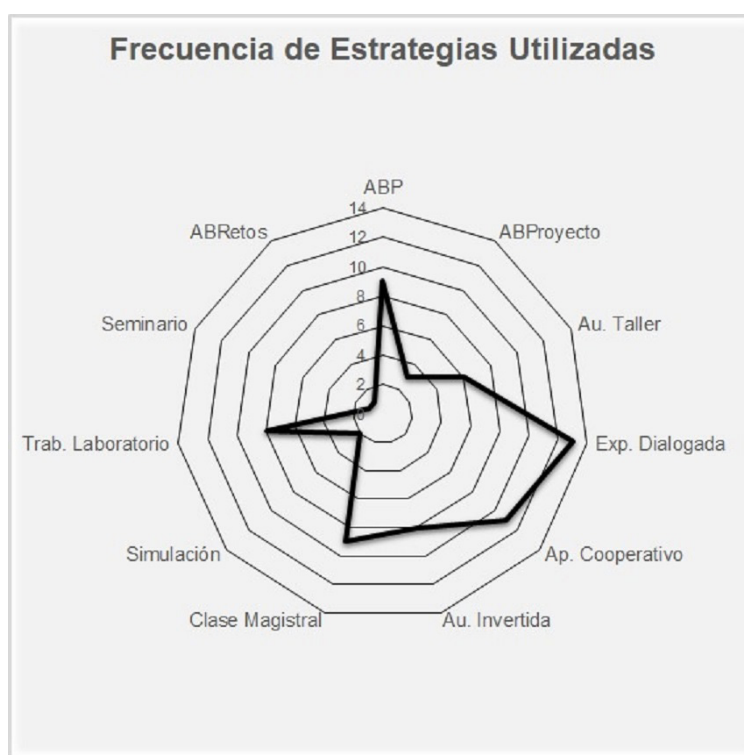


Figura 1: Frecuencia de Estrategias Utilizadas. Elaboración propia.

Esta fase tuvo como objetivo resumir y describir los datos recolectados de manera comprensible, utilizando tablas y gráficos de frecuencia (ver Figura 1).

2. Análisis de Clúster Jerárquico

```
Criterios de clasificación
-----
Asignaturas

Encadenamiento Completo (Complete linkage)
Distancia: (Rogers y Tanimoto (sqrt(1-S)))
Correlación cofenética= 0,870
Variables estandarizadas
Casos leídos 14
Casos omitidos 0
```

Figura 2: Encadenamiento Completo. Elaboración Propia.

Para agrupar las cátedras según sus similitudes en estrategias didácticas e instrumentos evaluativos, se empleó el análisis de clúster jerárquico. El equipo de investigación evaluó y optó por métodos de linkage (Ward, Promedio, Encadenamiento Completo) y diversos índices de similitud para datos binarios (Emparejamiento Simple, Rogers y Tanimoto, Jaccard).

La calidad del agrupamiento se evaluó mediante el coeficiente cofenético (ver Figura 2), donde un valor superior a 0,75 es considerado válido. Para la variable A03 (criterios de evaluación), la combinación del método de Encadenamiento Completo con la distancia de Rogers y Tanimoto arrojó el coeficiente cofenético más alto (0,870), lo que indica que esta combinación es la más adecuada para la exploración de los agrupamientos en este conjunto de datos. La elección de Rogers y Tanimoto, que resalta las diferencias, implica una decisión estratégica para destacar las distinciones entre los perfiles pedagógicos.

Los hallazgos preliminares revelaron un panorama pedagógico híbrido en las cátedras de ingeniería:

- Estrategias de Alta Prevalencia: La "Exposición Dialogada" (13/14 cátedras), "Aprendizaje Cooperativo" (11/14), "Aprendizaje Basado en Problemas" (9/14) y "Clase Magistral" (9/14).
- Estrategias de Uso Moderado: "Aula Invertida" (8/14), "Trabajo de Laboratorio" (8/14) y "Aula Taller" (6/14).
- Estrategias de Baja Prevalencia: "Aprendizaje Basado en Proyectos" (3/14) y "Simulación" (2/14).

El dendrograma resultante permite visualizar cómo (ver Figura 3) las cátedras se agrupan, revelando perfiles distintivos de prácticas pedagógicas.

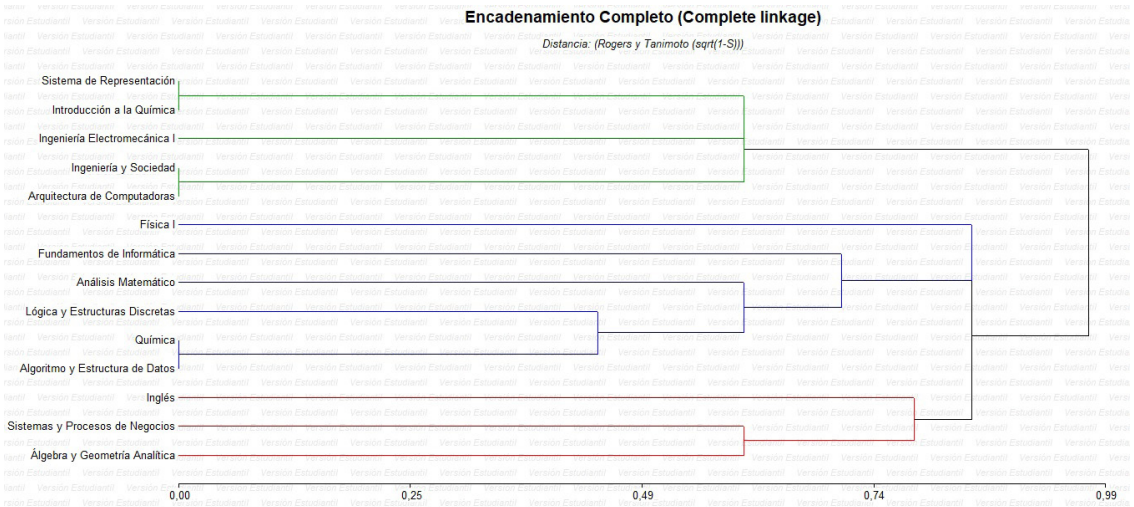


Figura 3: Dendrograma. Elaboración Propia

El análisis jerárquico de clúster, realizado con distintos métodos de enlace y métricas de similitud, permitió distinguir perfiles diferenciados de prácticas pedagógicas. El coeficiente cofenético alcanzó un valor óptimo de 0,870 para la variable criterios de evaluación (A03) utilizando el método de encadenamiento completo con la distancia de Rogers y Tanimoto. Este resultado indica que, en este conjunto de datos, la agrupación resultó estadísticamente robusta, lo cual refuerza la validez de los perfiles identificados.

El análisis jerárquico de clúster permitió distinguir tres clústeres principales (ver Tabla 2) con características pedagógicas diferenciadas y necesidades homogéneas. Las características se infirieron al contrastar los patrones de adopción de las variables A01-A04:

Clúster	Característica Principal (Fuente)	Implicación Diagnóstica
1. Tradicional	Enfoque tradicional y alta dependencia de recursos presenciales.	Alta utilización de “Clase Magistral” y “Exposición Dialogada”. Necesidad de capacitación focalizada en la integración de metodologías activas.
2. Híbrido Incipiente	Adaptación incipiente a entornos híbridos con uso moderado de tecnología.	Uso balanceado de metodologías tradicionales y de uso moderado (Aula Invertida, Trabajo de Laboratorio). Este perfil puede presentar desajustes o incoherencias entre las estrategias de enseñanza (A01) y los sistemas de evaluación (A03), lo que limita el impacto de las innovaciones.
3. Innovador	Clara orientación hacia la integración de metodologías ágiles y herramientas de IA.	Uso de estrategias de baja prevalencia en la muestra total (Aprendizaje Basado en Proyectos, Simulación). Este perfil estaría activamente alineando sus criterios de evaluación (A03) con estrategias activas (A01).

Tabla 2: Clúster.Fuente: elaboración propia

El dendrograma obtenido (Figura 3) visualiza los perfiles distintivos y demostró el potencial diagnóstico de la herramienta.

1. **Diferenciación Curricular:** Se observó que asignaturas como inglés se distanciaron significativamente del resto de las cátedras en relación con sus criterios de evaluación (A03). Por el contrario, las materias básicas de matemática y física tendieron a agruparse entre sí.
2. **Visibilidad de Diversidad:** Este hallazgo pone de manifiesto cómo cada área curricular construye su identidad pedagógica en diálogo con tradiciones disciplinares específicas y subraya la utilidad del Análisis de Conglomerados para visibilizar la diversidad de prácticas al interior de una misma institución.

Potencial de la Herramienta:

Este análisis demuestra el potencial diagnóstico del análisis de conglomerados (AC):

- El AC se reveló como una herramienta eficaz no solo para describir, sino también para explorar/diagnosticar patrones.
- El agrupamiento de cátedras por sus patrones de práctica pone de manifiesto que cada área curricular construye su identidad pedagógica en diálogo con tradiciones disciplinares específicas.
- La capacidad de segmentar la muestra en perfiles diferenciados (Tradicional, Híbrido Incipiente e Innovador) es estratégica, ya que permite a la institución diseñar e implementar políticas de apoyo, capacitación y recursos personalizados para cada clúster, optimizando los esfuerzos institucionales.
- Los resultados sugieren que las incongruencias entre estrategias (A01) y criterios de evaluación (A03) pueden limitar el impacto de innovaciones pedagógicas, un desajuste que se identifica claramente con la aplicación del análisis de conglomerados y su posterior análisis.

En términos globales, los resultados sugieren que existe una tendencia hacia la diversificación metodológica, aunque esta todavía convive con esquemas tradicionales. Además, se observa que las incongruencias entre estrategias y criterios de evaluación pueden limitar el impacto de innovaciones pedagógicas, aspecto que demanda reflexión institucional y oportunidades de formación docente. El análisis de conglomerados se reveló como una herramienta eficaz no solo para describir, sino también para diagnosticar estos desajustes y orientar decisiones académicas basadas en evidencia.

Esta capacidad de análisis transforma el estudio en una herramienta diagnóstica para la mejora pedagógica, permitiendo a la institución identificar áreas específicas para el desarrollo docente dirigido o la revisión curricular.

Conclusiones

Los resultados evidenciaron la coexistencia de prácticas tradicionales y estrategias innovadoras, conformando un ecosistema pedagógico heterogéneo similar al observado en estudios institucionales previos como Giachero(2022). Las cátedras no adoptan un único

enfoque, sino que combinan exposiciones dialogadas, aprendizaje cooperativo, aula invertida y evaluaciones auténticas con instrumentos que suelen mantenerse tradicionales. Esto confirma que el tránsito hacia el EBC, como señalan Monti y Maurel (2024), requiere no solo actualizar metodologías, sino también repensar integralmente los criterios de evaluación.

El análisis de conglomerados permitió identificar tres perfiles de cátedras: uno de predominio tradicional, otro híbrido incipiente y un tercero más alineado con propuestas innovadoras. Estas agrupaciones emergieron a partir de la codificación binaria y el procesamiento sistemático de las variables A01–A04, que representan estrategias didácticas, criterios de evaluación, instrumentos y recursos. La robustez del agrupamiento, respaldada por un coeficiente cofenético satisfactorio, da cuenta de la coherencia interna de los patrones identificados y coincide con lo señalado por Everitt et al. (2011) y Hair et al. (2018) respecto de la utilidad del análisis jerárquico para revelar estructuras ocultas en datos educativos complejos.

La decisión metodológica de no integrar inicialmente los datos cualitativos con los resultados de los clústeres, responde al carácter exploratorio del estudio. La primera fase tuvo un propósito descriptivo, orientado a mapear prácticas docentes; la segunda buscó identificar patrones. Este criterio metodológico coincide con los lineamientos señalados por Andrade-Domínguez et al. (2024) y Córdova Espinoza et al. (2025), que recomiendan distinguir entre el análisis de estructura y la interpretación pedagógica para no afectar la validez de los conglomerados. No obstante, se reconoce que integrar ambas fuentes de evidencia, especialmente las percepciones docentes y las justificaciones pedagógicas, enriquecerá futuras fases del proyecto e impulsará una comprensión más profunda de los perfiles detectados.

Asimismo, la caracterización de los tres clústeres permite visualizar incoherencias entre estrategias de enseñanza (A01) y criterios de evaluación (A03), lo cual constituye una tensión pedagógica crítica señalada en la literatura del EBC. Las inconsistencias halladas refuerzan la necesidad de fortalecer la alineación entre metodología, evaluación y resultados de aprendizaje, tal como lo plantean Vaccarezza et al. (2015). La identificación de estos desajustes mediante técnicas multivariantes complementa los aportes cualitativos habituales en didáctica universitaria y ofrece una evidencia empírica útil para la gestión curricular.

Finalmente, el estudio deja abiertas líneas de trabajo que fortalecerán este enfoque, entre ellas: la integración sistemática de datos cualitativos y cuantitativos, el seguimiento de las cátedras para observar cambios en el tiempo y la incorporación de otros agrupamientos que permitan comparar la estabilidad de los perfiles pedagógicos. Esta agenda futura contribuirá a consolidar una mirada integral sobre las prácticas docentes en ingeniería, aportando evidencia para mejorar la formación y la implementación efectiva del enfoque por competencias.

Referencias

- Andrade-Domínguez, F. J., Vivanco-Mejía, E. E., Mera-Servigon, C. E., & Merizalde-Sellan, M. A. (2024). *Análisis jerárquico de conglomerados: una revisión bibliográfica de los sistemas*. 593 Digital Publisher CEIT, 9(1), 268–274. <https://doi.org/10.33386/593dp.2024.1.2081>
- Arévalo, J. G., & Pérez-González, S. (2018). *El análisis de conglomerados como herramienta para evaluar el rendimiento académico: una experiencia en la universidad*. Revista Espacios, 39(46), 30.
- Consejo Federal de Decanos de Ingeniería. (2018). Propuesta de estándares de segunda generación para la acreditación de carreras de ingeniería en la República Argentina: Libro Rojo de CONFEDI. Universidad FASTA Ediciones.
- Córdova Espinoza, M. L., Tesén Arroyo, A., Alata Linares, V. L., Maldonado Peña, M. L., Asnate Salazar, E. J., Armas Juárez, R. A., & Fiestas Zevallos, J. C. (2025). Ecuaciones estructurales, conglomerados y mapas autoorganizados para el control de calidad en educación superior (p. 98). Editorial Mar Caribe. <https://doi.org/10.17613/zegjc-gbx09>
- Everitt, B. S., Landau, S., Leese, M., & Stahl, D. (2011). *Cluster Analysis* (5th ed.). Wiley Series in Probability and Statistics. <http://dx.doi.org/10.1002/9780470977811> <https://www.researchgate.net/publication/365046817>
- Giachero, P. (2022). *Heterogeneidad y desigualdades cualitativas del sistema universitario estatal argentino: Análisis de cluster* [Manuscrito no publicado]. ResearchGate.
- Hair, J. F., Black, W. C., Babin, B. J., & Anderson, R. E. (2018). *Multivariate Data Analysis* (7th ed.). Cengage Learning.
- Monereo Font, C y Pozo Municio, J. “La Universidad ante la nueva cultura educativa. Enseñar y aprender para la autonomía”. *Síntesis*, 303 pp. (2005). *Estudios Sobre Educación*, 8, 202.
- Monti, C. M. y Maurel, M. del C. (2024). El Lugar de la Evaluación en la Enseñanza de la Ingeniería. Ed. Eliva Press.
- Ortega, J., González, M., & Rivera, L. (2024). *Estrategias de enseñanza para el logro de competencias*. Revista de Innovación Educativa, 12(3), 45–60.
- Tobón, S. (2004). “Formación basada en competencias: Pensamiento complejo, diseño curricular y didáctica.” 1ra. Ed. Ecoe Ediciones.
- Vaccarezza, M., Pérez, A., & Sánchez, J. (2015). *Innovaciones pedagógicas en la enseñanza de la ingeniería: articulación entre planificación, metodologías activas y evaluación auténtica*. Revista Iberoamericana de Educación Superior, 6(16), 85–102. https://sochedi2016.ufro.cl/wp-content/uploads/2016/10/SOCHEDI_2016_paper_112.pdf
- Zabala, A & Arnau, L. (2008). “11 Ideas clave: como aprender y enseñar competencias”. Ed. Graó. Barcelona.