

Modelo para la evaluación de madurez tecnológica de una institución de educación superior en la ciudad de Bucaramanga, utilizando análisis multivariado

Tatiana Lizeth Meneses Aza

Trabajo de grado para optar al título de Ingeniero Industrial

Director

Javier Hernández Cáceres

Magíster en Educación

Universidad Santo Tomás, Bucaramanga

División de Ingenierías y Arquitectura

Facultad de Ingeniería Industrial

2021

Contenido

Introducción	11
1. Modelo para la evaluación de madurez tecnológica de una institución de educación superior en la ciudad de Bucaramanga, utilizando análisis multivariado.....	12
1.1 Descripción del problema.....	12
1.2 Formulación del problema	14
1.3 Justificación.....	14
1.4 Alcance.....	15
2. Objetivos	16
2.1 Objetivo general	16
2.2 Objetivos específicos.....	16
3. Marco referencial	17
3.1 Marco teórico	17
3.1.1 Modelo de madurez tecnológica.....	17
3.1.2 Dimensiones del modelo de madurez tecnológica en IES.....	18
3.1.3 Niveles de madurez tecnológica en IES	19
3.1.4 Cuantificación de niveles de madurez tecnológica en IES.....	20
3.1.5 Modelos de referencia para madurez tecnológica en IES.....	21
3.1.6 Análisis multivariado.....	24
3.1.7 Principales técnicas utilizadas en el Análisis Multivariado.....	24
3.2 Marco conceptual	27
3.3 Marco legal.....	28
3.3.1 Ley 115 de 1994	28

3.3.2 Artículo 73 de ley 1860 de 1994	29
3.3.3 Artículo 36 de ley 1860 de 1994	29
3.3.4 Decreto 1295 de abril 10 de 2010.....	29
3.4 Marco histórico	30
3.5 Estado del arte	31
4. Metodología	35
4.1 Tipo de estudio	35
4.2 Técnica de recolección de datos.....	35
4.3 Fases de la investigación	36
4.3.1 Fase 1	36
4.3.2 Fase 2	36
4.3.3 Fase 3.....	36
4.3.4 Fase 4.....	37
4.3.5 Fase 5.....	37
5. Análisis e interpretación de resultados	37
5.1 Modelo propuesto para la IES analizada.....	37
5.2 Dimensiones del modelo de madurez tecnológica propuesto	38
5.3 Descripción de dimensiones.....	39
5.3.1 Dimensión institucional.....	39
5.3.2 La dimensión evaluación	40
5.3.3 La dimensión management (Gestión).....	40
5.3.4 La dimensión ética.....	40
5.3.5 La dimensión pedagogía.....	41

5.3.6 La dimensión tecnológica.....	41
5.3.7 La dimensión investigación.....	41
5.4 Niveles de madurez tecnológica.....	41
5.4.1 Descripción de niveles de madurez tecnológica.....	42
5.5 Aplicación de técnica multivariada análisis de clúster.....	43
5.5.1 Dimensión institucional.....	44
5.5.2 Dimensión evaluación	45
5.5.3 Dimensión gestión	47
5.5.4 Dimensión ética	48
5.5.5 Dimensión pedagogía	50
5.5.6 Dimensión tecnología.....	51
5.5.7 Dimensión investigación	53
5.6 Búsqueda de relaciones más frecuentes dentro de cada dimensión	54
5.6.1 soporte (o cobertura).....	54
5.6.2 Confianza (o eficiencia).....	55
5.6.3 Algoritmo a priori.....	55
5.6.4 Resultados más importantes de reglas de asociación por dimensión	55
5.7 Análisis factorial aplicado en el modelo propuesto	60
5.7.1 Interpretación de factores	62
5.8 Capacidad predictiva del modelo de madurez propuesto.....	66
5.8.1 Bondad de ajuste del modelo.....	66
5.9 Resultados del modelo logístico binario	67
5.9.1 Variable dependiente	67

5.9.2 Variables independientes.....	67
5.9.3 Función predictiva del modelo	71
6. Conclusiones.....	71
7. Recomendaciones	73
Referencias.....	75
Apéndices.....	81

Lista de Tablas

Tabla 1. <i>Análisis de clúster para dimensión institucional</i>	44
Tabla 2. <i>Casos por clúster para dimensión institucional</i>	45
Tabla 3. <i>Análisis de clúster para dimensión evaluación</i>	45
Tabla 4. <i>Casos por clúster para dimensión evaluación</i>	46
Tabla 5. <i>Análisis de clúster para dimensión gestión</i>	47
Tabla 6. <i>Casos por clúster para dimensión gestión</i>	48
Tabla 7. <i>Análisis de clúster para dimensión ética</i>	48
Tabla 8. <i>Casos por clúster para dimensión ética</i>	49
Tabla 9. <i>Análisis de clúster para dimensión pedagogía</i>	50
Tabla 10. <i>Casos por clúster para dimensión pedagogía</i>	50
Tabla 11. <i>Análisis de clúster para dimensión tecnología</i>	51
Tabla 12. <i>Casos por clúster para dimensión tecnología</i>	52
Tabla 13. <i>Análisis de clúster para dimensión investigación</i>	53
Tabla 14. <i>Casos por clúster para dimensión investigación</i>	53
Tabla 15. <i>KMO -Test de esfericidad de Bartlett</i>	60
Tabla 16. <i>Varianza total explica-criterio autovalor</i>	61
Tabla 17. <i>Factores resultantes</i>	63
Tabla 18. <i>Resumen de datos procesados</i>	68
Tabla 19. <i>Coeficientes de explicación del modelo</i>	68
Tabla 20. <i>Prueba de Hosmer y Lemeshow</i>	69
Tabla 21. <i>Capacidad de clasificación del modelo</i>	70
Tabla 22. <i>Variables del modelo de regresión logístico binario</i>	70

Lista de Figuras

Figura 1. <i>Dimensiones de madurez tecnológica en una IES.....</i>	39
Figura 2. <i>Niveles de madurez tecnológica</i>	42
Figura 3. <i>Gráfico de sedimentación.....</i>	62

Lista de Apéndices

Apéndice A. <i>Parte I encuesta madurez tecnológica</i>	81
Apéndice B. <i>Parte II encuesta madurez tecnológica</i>	82
Apéndice C. <i>Parte III encuesta madurez tecnológica</i>	83
Apéndice D. <i>Parte IV encuesta madurez tecnológica.....</i>	84
Apéndice E. <i>Parte V encuesta madurez tecnológica</i>	85
Apéndice F. <i>Parte VI encuesta madurez tecnológica</i>	86
Apéndice G. <i>Parte VII encuesta madurez tecnológica</i>	87
Apéndice H. <i>Parte VIII encuesta madurez tecnológica.....</i>	88
Apéndice I. <i>Matriz de componentes rotados</i>	89
Apéndice J. <i>Vista minables parte I en SPSS.....</i>	91
Apéndice K. <i>Vista minable parte II en SPSS</i>	92
Apéndice L. <i>Vista minable para la dimensión investigación en WEKA.....</i>	93
Apéndice M. <i>Vista minable para la dimensión tecnología en WEKA.....</i>	94
Apéndice N. <i>Vista minable para la dimensión pedagogía en WEKA.....</i>	95
Apéndice O. <i>Vista minable para la dimensión ética en WEKA.....</i>	96
Apéndice P. <i>Vista minable para la dimensión gestión</i>	97
Apéndice Q. <i>Vista minable para la dimensión evaluación en WEKA.....</i>	98
Apéndice R. <i>Vista minable para la subdimensión servicios de estudiantes en WEKA</i>	99
Apéndice S. <i>Vista minable para la subdimensión académicos.....</i>	100
Apéndice T. <i>Vista minable para la subdimensión administrativo en WEKA.....</i>	101

Resumen

La presente investigación tuvo como objetivo construir un modelo de madurez tecnológica en una Institución de Educación Superior(IES) de la Ciudad de Bucaramanga mediante una metodología que integrara técnicas multivariadas. Para lo anterior, se seleccionó un modelo de madurez referente en gobierno TI el cual contemplara una metodología COBIT(Control Objective for information and Related Technology) que hiciera posible integrar análisis de clúster y análisis factorial en el mismo, para dejar formulada una herramienta con capacidad de gestión y mejoramiento de los procesos mediante una estimación del nivel de madurez tecnológica en el que se encontraba la IES seleccionada en el estudio. Se definieron siete dimensiones mediante 43 variables, las cuales son: Dimensión Institucional, Dimensión Evaluación, Dimensión Gestión, Dimensión Ética, Dimensión Pedagogía, Dimensión Tecnología y Dimensión Investigación. Todas ellas, configuradas en un instrumento de autoevaluación permitieron analizar una muestra de 23 profesionales de la IES cuyos criterios obedecen a la experiencia vivida en cada área de la entidad. A los datos recolectados, se les aplicaron técnicas multivariadas que facilitaron la elaboración de un modelo de madurez donde se encontró que la IES en cada dimensión presenta un nivel de madurez Establecido (4) en todas las dimensiones, excepto en la dimensión gestión cuyo nivel de madurez es Afinado (5) en un continuo de 1-5. Por último, se elaboró un modelo logístico binario para darle capacidad al modelo de madurez de poder predecir si la IES podría presentar estado de madurez tecnológica establecida.

Palabras claves: Institución, dimensión, madurez, modelo, tecnología

Abstract

The objective of this research was to build a model of technological maturity in a Higher Education Institution (IES) of the City of Bucaramanga through a methodology that integrates multivariate techniques. For the above, a benchmark maturity model in IT governance was selected which contemplated a COBIT (Control Objective for information and Related Technology) methodology that would make it possible to integrate cluster analysis and factor analysis in it, to formulate a tool with capacity management and improvement of processes by estimating the level of technological maturity in which the HEI selected in the study was found. Seven dimensions were defined by 43 variables, which are: Institutional Dimension, Evaluation Dimension, Management Dimension, Ethical Dimension, Pedagogy Dimension, Technology Dimension and Research Dimension. All of them, configured in a self-assessment instrument, allowed the analysis of a sample of 25 HEI professionals whose criteria are based on the experience lived in each area of the entity. To the data collected, multivariate techniques were applied that facilitated the elaboration of a maturity model where it was found that the HEI in each dimension presents an Established maturity level (4), except in the management dimension whose maturity level is Fine-tuned (5) on a continuum of 1-5. Finally, a binary logistic model was developed to give the maturity model the ability to predict whether the HEI could present a state of established technological maturity.

Keywords: Institution, dimension, maturity, model, technology

Introducción

Para cualquier organización actualmente se ha vuelto indispensable adoptar un proceso de transformación digital, en el que pueda ser alcanzado un nivel de madurez tecnológica adecuado de acuerdo a estándares de calidad basados y soportados por herramientas TIC.

En las IES(Instituciones de Educación Superior),tener una visión mediante un modelo establecido de madurez tecnológica, significa lograr estandarizar procesos y/o procedimientos que a la larga pueden ser potenciados mediante herramientas tecnológicas que pueden facilitar para una entidad como esta, la consecución de un nivel establecido o afinado de madurez tecnológica y así, ir mejorando en el tiempo los servicios brindados en tema de eficacia,eficiencia,flexibilidad y calidad [1].

Quienes gestionan y dirigen a tales organizaciones educativas, buscan lograr el mejoramiento del desempeño de la institución en cada una de sus áreas mediante la identificación de dimensiones de madurez tecnológica utilizando instrumentos de autoevaluación, y luego estableciendo metodologías que permitan estimar en qué nivel de madurez se encuentra la entidad, para luego monitorear su cumplimiento y perfección. Lo anterior, es posible mediante la metodología COBIT(Control Objective for information and Related Technology),que permite detectar procesos y/o procedimientos claves de mejoramiento, conceptualizar tales procesos y/o procedimientos identificados y ubicarlos en dimensiones que puedan ser estimadas mediante niveles, que al final hagan posible obtener resultados concluyentes al respecto.

Por todo lo anterior, en esta investigación se propuso elaborar un modelo de madurez tecnológica en una IES de la ciudad de Bucaramanga para identificar en qué nivel se encontraba la misma, todo bajo un enfoque de gobierno TI y considerando técnicas multivariantes en combinación con técnicas de minería de datos.

1. Modelo para la evaluación de madurez tecnológica de una institución de educación superior en la ciudad de Bucaramanga, utilizando análisis multivariado

1.1 Descripción del problema

Las Instituciones de Educación Superior (IES) con el pasar de los años, han tenido que adaptarse a una transformación tecnológica producto de nuevos retos por resolver, en la cual, la forma convencional de abordar las problemáticas existentes ha caducado en el tiempo.

La conceptualización madurez tecnológica en una IES, está asociada con la transformación digital que la misma ha emprendido como meta para lograr mejoras funcionales orientadas a la satisfacción de sus clientes [2].

La coyuntura actual por la cual atraviesa el sector educativo tanto internacional como nacional, ha llevado a las IES a poner su mirada en la madurez tecnológica para brindar mejores experiencias a sus usuarios garantizando el óptimo desarrollo de sus actividades. Partiendo del contexto ya descrito, instituciones como universidades públicas y privadas han sido perjudicadas por un cambio repentino de cómo se venían haciendo las cosas, marcado por un obligatorio confinamiento y distanciamiento social que de forma instantánea, demandó la utilización de nuevas tecnologías y mejoramiento de las ya existente para que el proceso de transferencia de conocimiento hacia los futuros profesionales no se viera afectado, colocando en riesgo la calidad del proceso de enseñanza y de los procesos internos propios de cada entidad [2].

Desde el último año, aunque la prioridades de la IES no han cambiado(contar con más y mejores espacios para los estudiantes, ampliar la oferta academica,preservar la calidad, innovar de manera pedagógica y metodológica),el cómo de los procesos y procedimiento sustancialmente si ha requerido de transformaciones en las que el eje central sea un nivel de madurez tecnológica que haga posible la implementación de nuevos modelos que faciliten al 100% combinar la

presencialidad con nuevas modalidades de enseñanza pese a las circunstancias que hoy en día se vive como sociedad [2].

Lo descrito en líneas anteriores, ha presentado un vacío que en términos del contexto nacional colombiano significa desconocer cada una de las dimensiones para evaluar el nivel de madurez tecnológica en una IES, entre las que se destacan: Institucional, Evaluación, Gestión, Ética, Pedagogía, Tecnología, Investigación [3]. A esto, súmese la cuantificación de cada dimensión mediante niveles previamente definidos para ello, los cuales pueden enunciarse a continuación:

Nivel 1: No existente, Nivel 1: Conciencia Inicial, Nivel 2: En desarrollo, Nivel 3: Documentado, Nivel 4: Establecido, Nivel 5: Afinado.

Adicionalmente a la falta de identificación del nivel en el cual se opera, en la actualidad se ha detectado como un obstáculo conexo para las IES, la falta de digitalización de sus servicios y la generación de ecosistemas que permitan integrar todas las áreas de aprendizaje de forma rápida y oportuna ante el alcance de dar solamente un clic. Según expertos en la temática, lo anterior no puede ser logrado sin el desarrollo previo de un modelo de evaluación de madurez tecnológica que puede ser capaz de servir de guía para el mejoramiento continuo de cada institución [3].

Los procesos y procedimientos establecidos en cada empresa educativa, requieren ser adaptados a modificaciones que incluyan aspectos como: transformación cultural, implementación de nuevos ecosistemas virtuales de enseñanza, aplicación de herramientas digitales, socialización y capacitación para usuarios del nuevo sistema como docentes, administrativos y estudiantes, servicios digitales, y flexibilización de currículos mediante e-learning y b-learning [2].

Por último, cabe mencionar que, la carencia de modelos pertinentes con dimensiones establecidas para evaluar la madurez tecnológica en IES, ha dificultado lograr una cobertura

adecuada de las necesidades y requerimientos del personal docente, investigación, proyección social y gestión administrativa [3]. Es por ello que, en este estudio investigativo se busca darle respuesta a la siguiente pregunta:

1.2 Formulación del problema

¿Cuál es el nivel de madurez tecnológica bajo el cual opera una Institución de Educación Superior de la Ciudad de Bucaramanga?

1.3 Justificación

En una Institución de Educación Superior (IES), identificar de manera oportuna cuál es su nivel de madurez tecnológica, significa tener una planeación e integración adecuada de cada proceso y procedimiento que en conjunto pueden permitir o facilitar la digitalización de servicios y generación de ecosistemas innovadores de aprendizaje con la finalidad de satisfacer a sus usuarios [4].

La configuración de un modelo para evaluar la madurez tecnológica de una IES, está considerada como un proceso de reorganización planificada que busca imprimirle competitividad a una institución en comparación a las demás, las cuales, pueden estar en mejor estado y sirviendo como ejemplo para mejorar, o en un estado inferior de madurez tecnológica, y representando una oportunidad para posicionarse y lograr servir de ejemplo para otras entidades [3].

Está visto que, las IES requieren de manera inmediata incorporar la digitalización de sus servicios en áreas importantes de la madurez tecnológica como lo son: docencia, investigación, proyección social y gestión administrativa. Lo descrito, no puede llevarse a cabo de manera

adecuada sin un modelo previamente establecido de madurez tecnológica que haga posible integrar tales aspectos a los objetivos estratégicos de una Institución de Educación Superior [2].

Resulta complejo para cualquier IES tomar cualquier tipo de decisión en un marco en el cual, no se cuente con un modelo de referencia de madurez tecnológica para identificar la realidad en la que se está desarrollando y aplicando, procesos tecnológicos direccionados a establecer buenas prácticas científicas con gran impacto social [5].

Es por esto que, un estudio como el que se propone realizar en la presente investigación puede representar para una IES de la ciudad de Bucaramanga tener un referente que le permita de manera integral, identificar su funcionamiento operativo y administrativo mediante el nivel de madurez tecnológica que actualmente está teniendo dimensión a dimensión.

Como beneficio de lo anterior, la IES analizada podrá garantizar procesos y procedimientos compaginados y alineados a sus objetivos estratégicos, buscando siempre la digitalización de los servicios que al final se traduzca en la satisfacción de todas sus partes interesadas.

1.4 Alcance

La evaluación de madurez tecnológica en cualquier organización, independientemente del sector en que esta funcione, busca generar nuevas soluciones tecnológicas mediante la planificación estratégica. En este orden de ideas, la madurez tecnológica constituye una ruta para que organizaciones educativas como las IES puedan implementar buenas prácticas de gestión del conocimiento y gestión administrativa, con las cuales, resulte fácil labrar un camino hacia el mejoramiento de los procesos internos buscando siempre trasladarlos a niveles superiores de competitividad [5].

Considerando lo que permite abordar el concepto de madurez tecnológica, el presente trabajo investigativo tiene como alcance, plantear un modelo que permita cuantificar cuál es el nivel de cada dimensión asociada a la madurez tecnológica de una Institución de Educación Superior de la ciudad de Bucaramanga.

En resumen, lo que se pretende es determinar si la IES analizada funciona de mejor forma en una dimensión que otra, y determinar cuantitativamente su nivel de desempeño.

2. Objetivos

2.1 Objetivo general

Construir un modelo para la evaluación de madurez tecnológica de una institución de educación superior en la ciudad de Bucaramanga, utilizando análisis multivariado.

2.2 Objetivos específicos

- Identificar los modelos utilizados para establecer el nivel de madurez tecnológica en el que se encuentra una institución de educación superior, a través de una búsqueda bibliográfica exhaustiva.
- Describir los componentes claves de un sistema de Gobierno TI y Gestión de Datos (elementos, variables, dimensiones) para diseñar el modelo de madurez de la IES analizada, mediante una metodología basada en análisis multivariado.
- Determinar el nivel de madurez tecnológica de la IES analizada, a través del modelo de madurez construido.

3. Marco referencial

3.1 Marco teórico

3.1.1 Modelo de madurez tecnológica

Un modelo de madurez tecnológica, es una herramienta que implica llevar a cabo todo un proceso a lo largo de un horizonte de tiempo dado, en el cual, tal esquema surge en contraposición de los planteamientos de transformación que convencionalmente se dan en las organizaciones. De acuerdo a la perspectiva descrita, la madurez tecnológica necesita de una mejora progresiva e incremental, por lo que más que un proyecto, es vista como un largo viaje lleno de reorganización donde en cada parada, se requiere constantemente cuantificar los cambios realizados a favor de la organización que ejecuta tal transición [6].

Para cualquier organización, incluyendo las Instituciones de Educación Superior (IES), conocer el estado en el que funcionan sus sistemas de información y comunicación, es de vital importancia, y esto a su vez radica en que, identificar el estado de funcionamiento de la IES significa validar o identificar una oportunidad de mejora estableciendo una visión objetiva de la entidad analizada [7].

Constantemente, los gestores de las IES se plantean análisis de sistemas internos para identificar en qué nivel y en qué dimensión más que otra, la institución se desempeña de forma adecuada. Para ello, se han desarrollado herramientas como COBIT (*Control Objectives for Information and Related Technology*). COBIT, permite identificar procesos claves en IES y analizar sus niveles de madurez tecnológica mediante técnicas de análisis multivariado y de igual manera, también hace posible descubrimiento de reglas para conocer el mejor nivel de madurez tecnológica considerando una variable en conjunto con otras [7].

3.1.2 Dimensiones del modelo de madurez tecnológica en IES

3.1.3 Dimensión institucional. La dimensión institucional se encuentra conformada por tres subdimensiones: a) Administrativos b) Académicos c) Servicios para estudiantes [3].

3.1.3.1.1 Subdimensión administrativos. En tal subdimensión busca analizarse como las tecnologías pueden brindar soporte a la interiorización y el desarrollo de una cultura en la IES. Esta categoría está direccionada hacia el alto desempeño, alta competitividad, aumento de la cobertura y deserción disminuida en la IES [3].

3.1.3.1.2 Subdimensión académicos. Este subdimensión hace referencia a la manera en que los docentes deben de dar sus cátedras, de tal manera que todos los docentes asociados a cada IES persiguen un mismo estilo de docencia [3].

3.1.3.1.3 Dimensión evaluación. La dimensión evaluación corresponde a la manera en que son evaluadas todas las competencias adquiridas por el estudiante, entre ellas se desatacan: plataformas tecnológicas para aplicar pruebas y competencias con las que los estudiantes son admitidos a la IES [2].

3.1.3.1.4 Dimensión gestión. Corresponde al plan de mantenimiento aplicado al entorno de aprendizaje y la manera en cómo es transmitida la información entre la comunidad estudiantil [3].

3.1.3.1.5 Dimensión ética. En la dimensión ética, se contemplan aspectos políticos, sociales y culturales de la sociedad, cuyos propósitos siempre están orientados a garantizar la conservación de la privacidad y libre expresión tanto de docentes como estudiantes [3].

3.1.3.1.6 Dimensión pedagógica. Busca la presente dimensión indagar acerca de los soportes brindados por las tecnologías de la información y comunicación hacia los procesos de aprendizaje [3].

3.1.3.2 Dimensión tecnología. Está direccionada hacia la utilización de los recursos tecnológicos y su administración, lo anterior contemplando los siguientes aspectos: infraestructura tecnológica, cubrimiento de requerimientos en funciones de docencia, investigación y proyección social [3].

3.1.3.3 Dimensión de investigación. La dimensión investigativa busca consultar sobre la proyección de la IES y crecimiento de la misma. Específicamente conocer el impacto de las TIC en el aprendizaje aplicado [3].

Para cuantificar los siete dimensiones anteriormente descritas, se han definido 5 niveles para establecer en qué medida de desempeño está funcionando la IES analizada [3].

3.1.4 Niveles de madurez tecnológica en IES

3.1.4.1 Nivel 1. No existe. En este nivel la IES analizada no cuenta con un ambiente adecuado de aprendizaje en la que se identifique una sincronización de las TIC y estrategias de aprendizaje [4].

3.1.4.2 Nivel 2. Conciencia inicial. En este segundo nivel de madurez tecnológica, han sido identificados un diseño y análisis de herramientas tecnológicas para propiciar un entorno adecuado de aprendizaje mas no hay una implementación por lo cual no puede darse una estimación real del estado en que está operando la IES [4].

3.1.4.3 Nivel 3. En desarrollo. La IES analizada tiene a disposición recursos tanto tecnológicos como físicos pero que cuentan con limitaciones y adicionalmente están en periodos en prueba [5].

3.1.4.4 Nivel 4. Establecido. Este nivel permite indicar que la IES tiene una definición formal de sus procesos y procedimientos, cuenta con herramientas que permiten ser seguidas mediante indicadores de proyectos, y variables que hacen posible la cuantificación de resultados obtenidos de procesos implementados [5].

3.1.4.5 Nivel 5. Afinado. En la IES analizada hay una socialización de estrategias tecnológicas, son ejecutados los lineamientos para aplicar estrategias tecnológicas y los procesos están continuamente en mejoras importantes [5].

3.1.5 Cuantificación de niveles de madurez tecnológica en IES

Para estimar el estado final de madurez tecnológica en una IES, se realiza el cálculo de la sumatoria para cada dimensión considerada y se promedia tal adición. Los promedios calculados deben ser ubicados en rangos interpretables de acuerdo a la escala definida por el investigador y a partir de allí realizar inferencias objetivas de acuerdo a sus propios resultados [3].

3.1.6 Modelos de referencia para madurez tecnológica en IES

A continuación, se describen dos marcos referentes para establecer un modelo de madurez en IES, los cuales pueden ser específicamente analizados desde los siguientes enfoques: modelo de madurez tecnológica desde el enfoque de Gobierno de las TI y modelo de madurez tecnológica desde el entorno E-learning [3].

3.1.6.1 Gobierno TI. El gobierno TIC comprende un conjunto de acciones orientadas a la movilización de recursos en respuesta a requerimientos relevantes en el funcionamiento de cualquier organización. Las organizaciones educativas como las IES, necesitan de un gobierno TIC para responder a los desafíos que enfrentan a diario en materia de tecnología e infraestructura [3].

De acuerdo con el IT Governance Institute, este enfoque considera las siguientes dimensiones:

3.1.6.1.1 Alineación estratégica. Consiste en alinearse con la visión de la organización proporcionando soluciones colaborativas [3].

3.1.6.1.2 Agregar valor. Brindar una propuesta de valor mediante la optimización del ciclo de entrega, es decir brindar respuestas efectivas de manera oportunas a problemáticas identificadas [3].

3.1.6.1.3 Administración del riesgo. Protección de los activos, recuperación de los desastres, y cumplimiento de la normativa vigente [3].

3.1.6.1.4 Administración de los recursos. Consiste en la optimización de recursos disponibles y gestión de recursos para desarrollar nuevos proyectos [3].

3.1.6.1.5 Medición del desempeño. Consiste en hacer seguimiento a lo implementado de forma cuantitativa para detectar mejoras correctivas de los sistemas de información y comunicación [3].

3.1.6.2 Modelo de gobierno TI para universidades -GTI4U. Instituciones de Educación Superior como universidades, al igual que otras organizaciones requieren de sistemas para llevar a cabo el manejo y control de sus procesos y procedimientos soportados en factores y aspectos tecnológicos. Para saber aplicar cuales son los principios que rigen el modelo referente un analista de sistemas TIC en IES debe considerar lo estipulado en la norma ISO 38500:2008 [3].

Si bien la norma brinda lineamientos a tener en cuenta, no brinda un prototipo a seguir para diseñar una propuesta de cuantificación de madurez tecnológica. De acuerdo a lo anterior, lo realizable en cualquier contexto analizado debería ser considerar ideas establecidas en la norma para definir niveles importantes de madurez tecnológica [3].

Estudios al respecto indican que se pueden establecer tres niveles importantes para el modelo GTI4U los cuales son: Nivel 1: principios básicos, buenas prácticas y definiciones importantes de Gobierno TIC. Nivel 2: modelo de madurez para cada principio de funcionamiento identificado en la IES. Nivel 3: establecimiento de indicadores que permiten cuantificar hasta qué punto se han cumplido los lineamientos establecidos en la norma ISO 38500:2008 [3].

3.1.6.3 Modelo de madurez tecnológica desde el enfoque E-learning. Un modelo de madurez tecnológica puede ser elaborado desde varios marcos soportados en el enfoque E-learning. Tales marcos permiten comprender y diagnosticar como se realiza la planeación estratégica dentro de una IES [3].

3.1.6.3.1 ACL E LPS. ACL e-Learning Positioning Statements consiste en un modelo cuyo propósito radica en diagnosticar la madurez de la institución a incorporar TIC's se trata. Considera categorías como: Visión y plan estratégico, enseñanza y aprendizaje, desarrollo del talento humano, infraestructura y equipos, gerencia e implementación de TIC y e-learning [2].

3.1.6.3.2 EFMD-CEL. EFMD (European Foundation for Management Development). El marco para el diagnóstico de madurez tecnológica basado en CEL tiene en cuenta las siguientes categorías: Perfil del programa, pedagogía, economía, tecnología, organización y cultura [2].

3.1.6.3.3 BADRUL H. KHAN. El marco de referencia Khan, permite comprender el estado inicial de madurez tecnológica considerando las siguientes ocho dimensiones: Pedagogía, tecnología, de diseño de interfaz, evaluación, gestión, recursos y soporte, ética y por último la dimensión institucional [2].

3.1.6.3.4 A.W. BATES. El marco para madurez tecnológica en IES propuesto por Bates considera las siguientes fases para el desarrollo natural del e-learning dentro de las instituciones de educación superior: Llanero solitario, Apoyo, Expansión y Planeación Estratégica [2].

3.1.6.3.5 Virginie Aimard. El modelo de Aimard considera el proceso de incorporación de TIC como la consecuencia de una definición de estrategia institucional conformada por lo siguiente: Análisis de contexto, Desarrollo de la estrategia, Implementación de la estrategia y Control de la estrategia. Dicha planeación estratégica a su vez, se encuentra enmarcada en las siguientes dimensiones: Didáctica, Tecnológica, Económica, Organizacional y Cultural [2].

3.1.7 Análisis multivariado

En términos generales, el análisis multivariado son todas aquellas técnicas y métodos estadísticos que hacen posible el análisis simultaneo de múltiples medidas asociadas a características propias de cada individuo investigado dentro de un contexto problemático. De otra manera, cualquier análisis en el que intervengan más de dos variables puede ser considerado análisis multivariado [5].

3.1.8 Principales técnicas utilizadas en el Análisis Multivariado

3.1.8.1 Análisis de cluster. El análisis de conglomerados es una técnica para agrupar a los elementos de la muestra en grupos, denominados conglomerados (*clusters*), de tal forma que, respecto a la distribución de los valores de las variables, por un lado, cada conglomerado sea lo más homogéneo posible y, por otro, los conglomerados sean muy distintos entre sí [8].

El principal objetivo del análisis clúster es dividir un conjunto de objetos en dos o más grupos, basándose en la similitud de un conjunto de variables que los caracterizan. El uso más tradicional del análisis clúster ha sido el exploratorio, es decir, pretendiendo clasificar un conjunto de objetos. Pero el análisis clúster también puede utilizarse con fines confirmatorios [8].

3.1.8.1.1 Condiciones de aplicabilidad del análisis clúster. El análisis clúster, no pretende inferir resultados de una muestra hacia una población, sino solamente agrupar de manera objetiva por similitud los casos que estemos investigando. Por tanto, aunque tiene fundamentos matemáticos complejos, no son demasiado relevantes las propiedades estadísticas de normalidad, linealidad y homoscedasticidad. El investigador, por el contrario, debe prestar especial atención a otros dos aspectos: la representatividad de la muestra y la multicolinealidad. La multicolinealidad afecta muchísimo a los resultados porque, aquellas variables que estén afectadas de esta propiedad tendrán una influencia mayor en el establecimiento de los grupos [8].

3.1.8.1.2 Estimación del modelo y ajuste global. Al iniciar el proceso de agrupación en el análisis de clúster, es necesario elegir entre los distintos procedimientos disponibles. El criterio general de todos ellos es maximizar la distancia entre los grupos que se formen y minimizar la distancia entre los distintos elementos de cada grupo, para ello, los principales son: los métodos jerárquicos, donde el análisis comienza con tantos conglomerados como individuos (cada individuo es un conglomerado inicial). A partir de estas unidades iniciales se van formando nuevos conglomerados de forma ascendente agrupando en cada etapa a los individuos de los dos conglomerados más próximos. Al final del proceso todos los individuos estarán agrupados en un único conglomerado, y los métodos no jerárquicos, en los que primero se determina el número de clúster que se desea. Estos métodos necesitan que se les diga cuál es el centroide inicial de cada conglomerado [8].

3.1.8.2 Análisis factorial. El análisis factorial es una técnica de reducción de datos, es decir, pretende pasar de ese número elevado de variables, a un número más pequeño de elementos explicativos, los factores, que le permitan explicar de una manera más sencilla esa realidad. Es evidente que esos factores tendrán que obtenerse e interpretarse a partir de las variables iniciales, y también es cierto que el modelo perderá poder explicativo en ese proceso. La clave está en ganar facilidad para interpretar la realidad al menor coste posible en términos de pérdida de información [9].

3.1.8.2.1 Condiciones de aplicabilidad del análisis factorial. Test de esfericidad de Barlett y la medida KMO de adecuación de la muestra. El primero de ellos es un test estadístico que detecta la presencia de correlación entre variables, ofreciendo la probabilidad de que la matriz de correlaciones recoja valores significativos. Su p debe ser inferior a los niveles críticos 0.05 o 0.01. Debe saberse, sin embargo, que es un test muy sensible a incrementos en el tamaño de la muestra. Cuando esta se incrementa es más fácil que encuentra correlaciones significativas. Por su lado el KMO es un índice entre 0 y 1. Valores inferiores a 0.5 no son aceptables [10].

3.1.8.2.2 Criterio de auto valores. Es la técnica más habitual. Solamente aquellos factores que tengan un auto valor superior a la unidad, se retendrán para el análisis. La lógica de este criterio es que un factor, para ser útil, debe servir para explicar la varianza de, al menos, una variable. Este criterio es adecuado cuando el número de variables está entre 20 y 50 [11].

3.1.8.2.3 Criterio de porcentaje de varianza explicada. El fin de este criterio es asegurar la significatividad de los resultados del análisis factorial, aunque no se ha establecido unos niveles objetivos, se considera que en las ciencias naturales hay que extraer factores hasta que se explique, por lo menos el 95% de la varianza, mientras que en las ciencias sociales el 60% (incluso menos), es un nivel considerado como razonable [11].

3.2 Marco conceptual

1.*IES.* Las Instituciones de Educación Superior (IES) son tipos de entidades con apego a una normatividad previamente establecida y que cuenta con el reconocimiento oficial como prestadoras del servicio público de la educación superior en el territorio colombiano [12].

2.*Modelo.* para los fines que persigue esta investigación, el concepto de modelo está asociado a un marco donde se establecen los lineamientos y parámetros cuya base se encuentra reglamentada en los procesos educativos ejecutados en una IES y debidamente soportados en herramientas tecnológicas, de gestión y administración de recursos [13].

3.*Tecnología.* Desde el enfoque educativo, la tecnología es vista en esta investigación como un conjunto de recursos, procesos y herramientas de información y comunicación que al ser implementadas permiten desarrollar diferentes actividades dentro del sistema educativa en distintos ámbitos y niveles [14].

4.*Madurez Tecnológica.* es el estado final de la transformación digital que una IES aspira a lograr mediante la digitalización de sus servicios y la generación adecuada de entornos de aprendizaje [15].

5.*Dimensión*. Las dimensiones corresponden a elementos en los que puede descomponerse una variable compleja para poder llegar a cuantificarla [16].

6.*Competitividad*. capacidad de una IES para implementar estrategias competitivas y aumentar su desempeño en el sector educativo. Esas capacidades están relacionadas con diversos factores, controlados, que van desde la capacitación técnica del personal hasta los procesos gerenciales-administrativos [17].

7.*Transformación digital*. el concepto de transformación digital está asociado a la aplicación de capacidades digitales a procesos, productos y activos en IES para mejorar la eficiencia, mejorar el valor para el usuario del sistema educativo, gestionar los recursos y descubrir nuevas oportunidades de innovación [18].

3.3 Marco legal

3.3.1 Ley 115 de 1994

La presente ley contempla un conjunto de lineamientos curriculares para los distintos niveles y grados de la educación formal y no formal, en los que son considerados recursos de tipo humano, financieros, culturales, metodológicos, administrativos y tecnológicos para que cualquier organización educativa pueda cumplir con los objetivos que persigue la educación de forma integral. En esta investigación, tal ley servirá de referente para corroborar aspectos conceptuales que son considerados en las dimensiones de un modelo de madurez tecnológica en una IES [19].

3.3.2 Artículo 73 de ley 1860 de 1994

En el artículo 73 de la ley 1860 de 1994, queda establecido que toda institución de educación superior requiere implementar un sistema de educación orientado al fortalecimiento de los procesos pedagógicos, directivos, comunitarios, y administrativos, mediante la incorporación de buenas prácticas tecnológicas que permitan un mejor funcionamiento de las instituciones educativas. Para el estudio propuesto, el artículo referenciado aportará una guía referente en la identificación de los tipos de procesos que pueden ser considerados en la institución a ser analizada [20].

3.3.3 Artículo 36 de ley 1860 de 1994

De acuerdo al artículo 36 de la ley 1860 de 1994, los proyectos pedagógicos contemplan de manera planificada el diseño y elaboración de productos con fines de resolución de problemas en el entorno social, cultural, científico, y tecnológico. Para lo anterior se hace indispensable, contar con recursos tecnológicos y financieros previamente identificados y correlacionados con dimensiones propias del nivel de madurez tecnológica en una IES. La conceptualización de proyecto pedagógico, en el estudio proyectado a realizar permitirá identificar aspectos importantes para formular preguntas en el instrumento que será aplicado en la IES que se pretende, será la unidad de estudio [20].

3.3.4 Decreto 1295 de abril 10 de 2010

Lo considerado en el decreto 1295, establece en el numeral 5.8 los principales medios educativos en IES, tales como: sistemas de interconectividad, aplicativos informáticos, escenarios de simulación virtual de experimentación, bases de datos con licencias, equipos y herramientas

tecnológicas. Lo descrito en este decreto, facilitará entender sobre qué componentes y aspectos indagar en la dimensión tecnológica asociada a un modelo de madurez tecnológica [21].

3.4 Marco histórico

Desde 1974 los niveles de Readiness Technology tuvieron por primera vez una percepción en la NASA, y tan solo en 1989 fueron establecidos conceptualmente. La definición de un modelo de madurez tecnológica originalmente, incluyó 7 niveles los cuales fueron: Nivel 1: principios básicos observados y reportados; Nivel 2: solicitud potencial validada; Nivel 3: prueba de concepto demostrada, analítica y/o experimental; Nivel 4: laboratorio de componentes y/o tablero de prueba validado; Nivel 5: componente y/o tablero de prueba validado en entorno simulado; Nivel 6: adecuación del sistema validado en entorno simulado; Nivel 7: Adecuación del sistema validado en el espacio [22].

En sí, los niveles de madurez tecnológica en organizaciones como la NASA surgieron y fueron pensados para evaluar la disponibilidad tecnológica para el diseño de un proyecto aeroespacial, y luego fueron replicándose de manera metodológica en otras organizaciones de tipo educativo, empresarial e industrial. El propósito de la madurez tecnológica en una organización ha sido siempre el de ayudar a la administración a tomar decisiones sobre el desarrollo y la transición de la tecnología para mejorar la eficiencia en sus procesos [22].

El surgimiento de la evaluación de madurez tecnológica en el contexto colombiano, ha estado precedido por un conjunto de antecedentes desde antes de los años 70, con la formación de institutos técnicos industriales como el SENA [23].

Ha sido entendida la madurez tecnológica en IES, como una manera de romper el esquema tradicional de los modelos convencionales de la enseñanza, buscando una integración entre

tecnologías y currículos de áreas fuertes del conocimiento. Si bien su cuantificación en niveles no ha sido del todo explorada, el concepto metodológico ha podido identificarse en espacios de aprendizaje donde por ejemplo la flexibilidad en la enseñanza, la horizontalidad en IES, y participación de docentes y estudiantes han progresado notoriamente en el desarrollo de nuevos productos innovadores. La madurez tecnológica en IES colombianas, todavía sigue siendo un modelo de desarrollo de tecnologías livianas, ya que no existe una política de estado a futuro para poder llegar a ese estado final de digitalización y entornos de aprendizajes con alto potencial de impacto como lo son otros modelos extranjeros [23].

3.5 Estado del arte

Actualmente la relevancia que tiene alcanzar un buen nivel de madurez tecnológica para una IES, viene dada por establecer una estrategia de competitividad a largo plazo en un sector obligado a establecer un modelo referente que le permita evaluar el desempeño y funcionamiento de la organización en cada dimensión considerada dentro de lo que implica alcanzar una transformación tecnológica en cada una de sus dependencias como institución [24].

Poder identificar dimensiones en las cuales las IES han presentado mayor fortaleza, ha significado encontrar un factor importante de mejoramiento en el cual tal acción implica repotenciar áreas de vital importancia para poder llegar a un estado de digitalización y generación de desarrollo capaz de tener una cobertura que en términos de calidad y optimización de recursos garantice mejorar los procesos y procedimientos internos de cada entidad [25].

El presente estado del arte tiene como propósito, sistematizar de forma coherente la literatura concerniente al diseño, formulación y cuantificación del nivel de madurez tecnológica en Instituciones de Educación Superior.

De acuerdo a lo expuesto por [26] en el artículo: *“Research on Technology Transfer Readiness Level and Its Application in University Technology Innovation Management”*, el nivel de madurez tecnológica (TRL) en una IES constituye un concepto de transferencia tecnológica universitaria. Los investigadores referenciados, en su estudio desarrollaron y perfeccionaron un nuevo concepto de la madurez tecnológica en una comunidad universitaria, mediante la identificación de 5 atributos los cuales fueron: madurez de la tecnología, avance de la tecnología, demanda de la tecnología, criticidad de la tecnología etapa del ciclo de vida de lo producido en la industria. Como producto final de la investigación los resultados proporcionaron un enfoque que permite evaluar la preparación de los logros tecnológicos en la universidad analizada, y una herramienta útil en la gestión de la innovación tecnológica universitaria.

De igual manera en el artículo : *“Maturity Levels of Student Support E-Services Within an Open Distance E-learning University”*, [27] evidencia un estudio cuyo propósito fue evaluar y determinar los niveles de madurez tecnológica en funciones docentes en un universidad de Sudafrica. La metodología utilizada consistió en entrevistas semiestructuradas a 12 miembros del personal académico, utilizando un enfoque de tipo híbrido que involucró razonamiento inductivo y deductivo para guiar toda la investigación. Los resultados obtenidos, indicaron según el investigador que, el nivel de madurez tecnológica aplicado a la dimensión tecnológica en herramientas e-learning como soporte a estudiantes se encuentra en nivel básico, y que servirá tal estudio para que la universidad pueda medir de forma constante el mejoramiento realizado en el tiempo a este tipo de tecnologías.

Así mismo, pudo encontrarse en el artículo: *“Digital Transformation in Higher Education: A Framework for Maturity Assessment”*, que [1] plantearon una investigación cuyo objetivo fue explorar la madurez tecnológica en universidades y los desafíos que actualmente en época de

pandemia las mismas afrontan. La importancia del estudio realizado, radicó el papel que juega hoy en día la transformación digital en la economía del conocimiento. En el estudio investigativo referente, la metodología utilizada combinó encuestas, entrevistas, estudios de caso y observación directa. Como resultado obtenido, se pudo identificar un marco de autoevaluación de la madurez tecnológica en IES de Emiratos Árabes Unidos, y así mismo un mapeo de los principales procesos educativos, y del mismo modo, pudo evidenciarse que hay una diferencia significativa en cómo se percibe la madurez tecnológica en un centro de estudios de nivel superior y los aspectos básicos de lo que en sí trata la temática. Otra conclusión a la que los investigadores llegaron fue que, hay una falta de visión holística de lo que representa la madurez tecnológica, y una carencia procesos orientados al análisis de datos para entender los niveles de madurez tecnológica en una universidad.

Citando a [28] pudo identificarse un trabajo investigativo cuyos aportes significativos a la presente tesis tienen gran importancia. Bajo el título: *“Assessing the Digital Maturity Level of Higher Education Institutions”* los autores mediante su investigación priorizaron los elementos de un modelo de evaluación de madurez tecnológica en IES de Croacia. De acuerdo al contenido de la investigación, los investigadores aplicaron una metodología sofisticada que incorporó un conjunto de técnicas, métodos y de instrumentos que permitieron analizar datos de manera cualitativa como lo fue una comparación de marcos y documentos estratégicos, y otros de un enfoque cuantitativo que permitieron aplicar técnicas como toma de decisiones multicriterio. El producto obtenido fue un modelo de evaluación de la madurez tecnológica capaz de priorizar áreas y elementos prioritarios en el funcionamiento de IES en el país europeo.

Ya en el contexto colombiano, [29] en su trabajo *“Instrumento de autoevaluación institucional para identificar el nivel de madurez en innovación educativa con uso de TIC”*, aborda

la temática de madurez tecnológica aplicada a la innovación educativa con el uso de TIC, el propósito buscado por el investigador fue el de construir un modelo de madurez tecnológica para evaluar la innovación tecnológica en la educación impartida en IES colombianas. Para dar respuesta al objetivo macro, fueron consideradas las siguientes dimensiones: gestión directiva, gestión académica, gestión administrativa y financiera, y gestión de la comunidad universitaria. Para la recolección de los datos se aplicó una encuesta a cada universidad indagando sobre las dimensiones planteadas. Los resultados encontrados fueron: la mejor dimensión evaluada fue la dimensión directiva colocando así a la dirección de la IES en niveles importantes para seguir potencializando a las demás dimensiones, el resto de las dimensiones analizadas fueron evaluadas a nivel intermedio por ende requieren en tiempos actuales de mejoras con capacidad de obtener mejores estados de transformación tecnológica de las instituciones analizadas.

Otro caso encontrado en el ámbito nacional lo demuestra el estudio realizado por: [30] en : *“Nivel de madurez de seguridad en el área de redes de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia (U.P.T.C) Tunja, basado en Norma ISO 27001”*. Tal trabajo investigativo tuvo como propósito reconocer el nivel de madurez tecnológica en el área de redes de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, seccional Tunja (U.P.T.C). La investigación desarrollada fue con base a la norma ISO 27001, a través de la recolección, descripción, registro, análisis e interpretación de la información y el entendimiento de procesos propios de la realidad estudiada. Como producto principal, se obtuvo un modelo de madurez tecnológica para el área analizada que permitió detectar falencias, diseñar soluciones y resolver problemas con la finalidad de evitar la pérdida de información en la IES analizada, garantizando de tal manera la operación óptima del negocio.

Las investigaciones citadas en estado del arte sirvieron para identificar referentes metodológicos y modelos de análisis de resultados acerca del nivel de madurez tecnológica en IES mediante un modelo integral de transformación tecnológica tales instituciones.

4. Metodología

4.1 Tipo de estudio

La investigación que se planteó realizar en este proyecto de grado, presentó un enfoque de tipo cuantitativo y así mismo, de tipo descriptivo, el cual, es una clase de estudio que permite medir, evaluar o recolectar datos sobre las diferentes dimensiones de un modelo de madurez tecnológica para una IES en la ciudad de Bucaramanga [31].

En el estudio para cuantificar el nivel de madurez tecnológica en la IES analizada, se consideró la metodología COBIT, como guía metodológica para darle respuesta a los objetivos de la investigación planteada, la cual es consiste en un método de identificación de dimensiones y cuantificación de niveles de madurez tecnológica en organizaciones, que para el caso de estudio fue una institución educativa de orden superior.

Cabe aclarar que, la investigación que se propuso en este documento no fue de tipo experimental, lo cual significa que, las variables que fueron analizadas no se emplearon para un fin distinto a lo planteado en el proyecto.

4.2 Técnica de recolección de datos

La técnica utilizada para conseguir dar respuesta a los objetivos planteados en el presente proyecto estuvo representada por una encuesta aplicada a una IES de la ciudad de mediante un

cuestionario prediseñado en el que se considerarán las siete dimensiones referentes de madurez tecnológica para una institución con las características propuestas en la tesis de grado a desarrollar.

4.3 Fases de la investigación

4.3.1 Fase 1

La fase inicial de la investigación, consistió en realizar una búsqueda exhaustiva de los modelos de madurez tecnológica implementados en instituciones de educación superior para cuantificar en qué nivel de esta, tales organizaciones educativas se desempeñan de mejor manera en cada una de las dimensiones estratégicas consideradas por ellas. De igual manera, en la primera fase también se adoptó el modelo que mejor se adaptaba a las características de la IES analizada en el contexto a estudiar.

4.3.2 Fase 2

Una vez identificado el modelo de madurez tecnológica referente para la IES elegida, se identificaron las dimensiones de transformación tecnológica consideradas en estudios referentes y a partir de ahí, se definieron las principales variables sobre las cuales se estructuró el cuestionario que fue aplicado en la IES seleccionada. Todo lo anterior se realizó después de haber elegido a expertos en la temática para conocer su opinión sobre temática, dimensiones identificadas y variables a considerar.

4.3.3 Fase 3

En la fase 3 de la investigación se diseñó el cuestionario a ser aplicado en la IES que iba a ser analizada, y posteriormente mediante el aplicativo Google Forms, se recolectaron los datos

requeridos para proporcionar al modelo, información de valor que permitiera cuantificar las dimensiones identificadas mediante niveles previamente definidos.

4.3.4 Fase 4

Consecutivamente, en la cuarta fase metodológica se hizo un preprocesamiento de la información de la base de datos resultante de la encuesta aplicada, la cual, mediante una depuración de datos permitió elaborar la vista minable que facilitó la aplicación de técnicas estadísticas multivariantes y un análisis descriptivo para caracterizar las variables más importantes a tener en cuenta en un modelo de madurez tecnológica.

4.3.5 Fase 5

Por último, se propuso un modelo de madurez tecnológica pertinente para la IES a través del cual, se pueda realizar la cuantificación del nivel asociado a cada dimensión considerada de transformación tecnológica que ha tenido lugar en la institución participante en el estudio.

5. Análisis e interpretación de resultados

5.1 Modelo propuesto para la IES analizada

El modelo que se propuso en el desarrollo de la presente investigación, consideró factores tecnológicos aplicables en IES como: la gestión y gobierno de TI (Tecnologías de la Información) que combinados con técnicas multivariadas como análisis de clúster y análisis factorial hacen posible determinar mediante una autoevaluación cada uno de los niveles de madurez tecnológica contemplados en el marco metodológico COBIT(Control Objective for information and Related

Technology) y encontrar factores explicativos del tema considerado. El modelo estructurado dejó formulada para la IES, una herramienta para diseñar un plan de acción con capacidad de generar estrategias para mejorar la competitividad, desempeño y cobertura de los servicios ofertados.

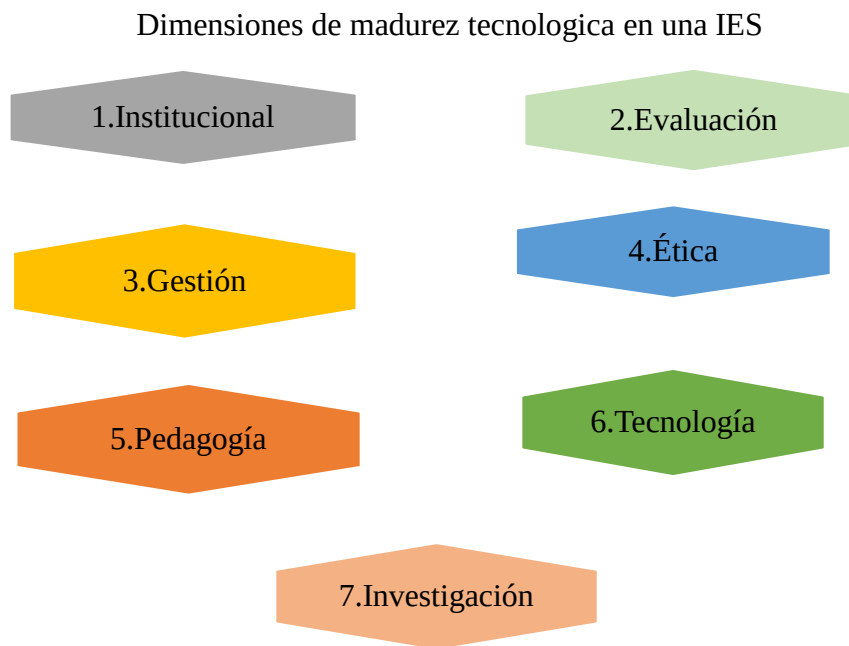
Adicionalmente, se buscaron las relaciones más frecuentes entre atributos de las dimensiones definidas mediante reglas de asociación utilizando el software WEKA. Esto, permitió dar soporte a interpretaciones de los distintos niveles en los que se encuentra la IES dimensión a dimensión.

COBIT en la presente investigación, hizo posible identificar dimensiones claves que fueron incorporadas dentro del modelo de madurez para valorizar mediante la escala en el continuo 1-5 cada ítem asociado a una u otra de las dimensiones previamente definidas.

Para dar respuesta al segundo objetivo específico contemplado en el presente trabajo investigativo se estructuró la siguiente ruta metodológica:

5.2 Dimensiones del modelo de madurez tecnológica propuesto

Las siguientes dimensiones, fueron seleccionadas de acuerdo a trabajos referentes basados en el contexto de educación Superior Colombiano:

Figura 1. Dimensiones de madurez tecnológica en una IES

Adaptado de: [3]

5.3 Descripción de dimensiones

5.3.1 Dimensión institucional

La dimensión Institucional estuvo conformada por tres sub dimensiones de la siguiente manera:

5.3.1.1 Administrativos. Se analiza la manera como las TIC apoyan la interiorización y el desarrollo de una cultura en las IES, orientada al alto desempeño, alta competitividad, incremento de la cobertura y disminución de la deserción en la educación superior.

5.3.1.2 Académicos. Se analiza en el modelo de madurez la manera como las TIC integran la definición académica establecida por la IES con la manera como cada uno de los docentes deben dictar sus cátedras, de tal manera que todos los docentes estén orientados hacia un mismo estilo de docencia.

5.3.1.3 Servicios para estudiantes: Se analiza la posibilidad que tienen los estudiantes de acceder virtualmente a los procedimientos de pre matrícula, matrícula e historial académico (Asistencia, facturación, asignaturas cursadas, asignaturas por cursar), de una manera sencilla pero efectiva.

5.3.2 La dimensión evaluación

Se refiere a la evaluación del aprendizaje de los estudiantes, la cual considera criterios como: Implementación de plataformas tecnológicas que permitan la evaluación del nivel académico y las competencias con que llegan los estudiantes a la IES.

5.3.3 La dimensión management (Gestión)

Se refiere al mantenimiento del entorno de aprendizaje y la distribución o difusión de información. Considera criterios como: Definición de un plan estratégico de TIC.

5.3.4 La dimensión ética

Se contemplan elementos como la influencia política y social, la diversidad cultural y geográfica, contempla criterios como: Implementación de herramientas tecnológicas que garanticen la conservación de la privacidad y la libre expresión, tanto para estudiantes como para profesores.

5.3.5 La dimensión pedagogía

Esta dimensión busca indagar sobre el siguiente interrogante: ¿Existen procesos de mejoramiento continuo para los ambientes de aprendizaje apoyados en TIC?

5.3.6 La dimensión tecnológica

Está orientada a verificar la manera como se administran y controlan los recursos tecnológicos. Considera el siguiente criterio: Existe la infraestructura tecnológica necesaria, la cual logre cubrir las necesidades en las funciones de docencia, proyección social e investigación.

5.3.7 La dimensión investigación

Con esta dimensión se cubre una de las labores principales que debe desarrollar toda IES que tenga una visión de proyección y crecimiento.

Esta dimensión tiene en cuenta el siguiente criterio: Existe un área de investigación que estudia y analiza constantemente el efecto de las TIC en el aprendizaje.

5.4 Niveles de madurez tecnológica

Los niveles a través de los cuales, se estimó la madurez tecnológica en cada una de las dimensiones consideradas en el modelo propuesto son esencialmente cinco. De manera ascendente se establecieron de la siguiente forma:

Figura 2. *Niveles de madurez tecnológica*

Adaptado de: [3]

5.4.1 Descripción de niveles de madurez tecnológica

5.4.1.1 Nivel 1. No existe. El nivel 1 ,significa dentro del modelo propuesto que la IES no cuenta con las condiciones adecuadas para a través de recursos tecnológicos ejecutar cada o dar cumplimiento a cada ítem establecido en la autoevaluación.

5.4.1.2 Nivel 2. Conciencia inicial. En la IES analizada, existe una conciencia de realizar un análisis básico de la situación de la institución con miras a diseñar y establecer estrategias y políticas basadas en TIC para llevar a cabo cada actividad indagada en la autoevaluación.

5.4.1.3 Nivel 3. En desarrollo. Este nivel indica que, si bien la IES cuenta con recursos físicos y tecnológicos, todavía tiene limitaciones para alcanzar una madurez tecnológica y sus procesos se encuentran a prueba para ser capaces de responder con madurez a una transformación tecnológica.

5.4.1.4 Nivel 4. Establecido. La IES tiene herramientas tecnológicas para controlar sus procedimientos de forma tecnológica cuenta con variables que le permite cuantificar los resultados que se van obteniendo en cada proceso.

5.4.1.5 Nivel 5. Afinado: La IES cuenta con un sistema basado en TIC socializado entre su talento humano, da cumplimiento a cada lineamiento con soporte TIC y sus procesos pueden ser mejorados continuamente mediante la aplicación de herramientas tecnológicas de transformación digital.

5.5 Aplicación de técnica multivariada análisis de clúster

La aplicación de análisis de clúster se llevó a cabo de manera independiente en cada dimensión contemplada en el modelo de madurez tecnológica. Lo anterior, con la finalidad de valorar en el continuo 1-5, hacia donde se inclinaron la mayor cantidad de valoraciones dadas para cada uno de los ítems que integraron a cada dimensión. La clasificación utilizada para ejecutar tal aplicación fue de tipo no jerárquico o lo que se conoce como K-means, basado en el método de agrupamiento de Ward y utilizando como herramienta para ello al software SPSS V26.

Los resultados obtenidos para cada una de las dimensiones definidas a partir de COBIT mediante el análisis de cluster se describen a continuación:

5.5.1 Dimensión institucional

Tabla 1. *Análisis de clúster para dimensión institucional*

	Centros de clústeres finales	
	Clúster	
	1	2
P_1	3	5
P_2	4	5
P_3	3	4
P_4	4	5
P_5	3	4

Nota: * En la Tabla 1 se muestran las valoraciones medias para cada ítem considerado en la dimensión institucional, y los conglomerados conformados a partir de estos.

De la Tabla 1, se observa un conglomerado 2 con valoraciones buenas y excelentes al respecto de lo indagado en la dimensión institucional. Mientras que, el clúster 1 refleja resultados promedios aceptables. Las valoraciones con valor promedio de 3, indican que, la IES analizada cuenta a medias con un comité TIC orientado a mejorar el desempeño de su personal administrativo. De igual manera, la valoración mencionada encontrada en el ítem 3 refleja que, para esta cantidad de personal encuestado, la IES cuenta medianamente con una infraestructura tecnológica en el área administrativa para hacer frente a la deserción estudiantil en cada facultad.

Así mismo, la IES cuenta de manera aceptable en su área administrativa con un programa de seguimiento tecnológico para la planificación y control de su recurso humano y gestión del recurso económico alineado a su plan estratégico en aras de alcanzar eficiencia, eficacia y calidad en el servicio prestado.

Tabla 2. *Casos por clúster para dimensión institucional*

Clúster	Número de casos en cada clúster	
	1	2
Válidos		14,000
Perdidos		9,000
		23,000
		,000

Nota: * En la Tabla 2 se muestra la cantidad de casos por clúster para cada conglomerado constituido a partir de la dimensión institucional.

Si bien se encontraron valoraciones medias de forma aceptable en el 39.1% de los indagados del clúster 2, el 60.9% de los consultados indicaron que la IES cumple de manera total y casi total con los criterios establecidos en la dimensión institucional. En el continuo 1-5 de forma mayoritaria se encontró un nivel de madurez establecido en la IES analizada. Lo cual, dejó ver que la institución cuenta con las herramientas tecnológicas para cuantificar los procesos y/o procedimientos asociados a la dimensión institucional como puede ser: brindar soporte desde el área administrativa a funciones vitales como docencia, investigación y extensión.

5.5.2 Dimensión evaluación

Tabla 3. *Análisis de clúster para dimensión evaluación*

	Centros de clústeres finales	
	Clúster	
	1	2
P_16	2	4
P_17	2	4
P_18	4	5
P_19	3	4
P_20	3	5

Nota: * En la Tabla 3 se muestran las valoraciones medias para cada ítem considerado en la dimensión evaluación, y los conglomerados conformados a partir de estos.

Se observa en la Tabla 3 que, no hay definido de manera notoria según el clúster 1 una plataforma tecnológica que haga posible realizar un diagnóstico eficiente de las competencias de sus recién admitidos, y que, de igual manera, no hay un nivelamiento adecuado de los recién admitidos soportado de manera tecnológica. Para el clúster 2, se observa que hubo una valoración promedio con cumplimiento y cumplimiento a cabalidad en todos los ítem de la dimensión, es decir, la IES para este conglomerado cumple a cabalidad con los siguientes criterios: tener herramientas para diagnosticar falencias de base en sus recién admitidos, contar con herramientas tecnológicas para llevar a cabo un nivelamiento académico de estos estudiantes, y realizar evaluaciones de forma virtual mediante herramientas tecnológicas de forma adecuada. Esto, por describir algunos ítems entre los que fueron considerados.

Tabla 4. *Casos por clúster para dimensión evaluación*

Número de casos en cada clúster		
Clúster	1	7,000
	2	16,000
Válidos		23,000
Perdidos		,000

Nota: * En la Tabla 4 se muestra la cantidad de casos por clúster para cada conglomerado constituido a partir de la dimensión evaluación.

Para el 30.4% de los encuestados, hay ítems como los descritos anteriormente que evidencian poco cumplimiento en la IES. Sin embargo, para 69.6% se cumple con un nivel de madurez tecnológica establecido. Lo cual significa que, existe una mayor inclinación en la IES hacia una valoración promedio la cual indica que, en la institución existen herramientas tecnológicas para poder llevar a cabo los procesos y/o procedimientos asociados a la dimensión

evaluación, y que de igual manera estas pueden estimar los resultados a partir de variables establecidas por la misma institución.

5.5.3 Dimensión gestión

Tabla 5. *Análisis de clúster para dimensión gestión*

	Centros de clústeres finales	
	Clúster	
	1	2
P_21	3	5
P_22	3	5
P_23	3	5
P_24	3	5
P_25	3	4

Nota: * En la Tabla 5 se muestran las valoraciones medias para cada ítem considerado en la dimensión gestión, y los conglomerados conformados a partir de estos.

Con base a la Tabla 9, se observa que en el clúster 1 hay un aceptable cumplimiento de la dimensión gestión en la IES de forma generalizada. Esto indica que, medianamente la IES cumple con un plan estratégico basado en TIC, cumple a medias con la disposición de recursos para mejorar el entorno de aprendizaje, y busca la mejora continua en sus procesos en términos de flexibilidad, eficiencia, eficacia y calidad. No obstante, en el clúster 2 se refleja una aprobación total sobre el cumplimiento a cabalidad de los criterios contemplados en la dimensión. Para saber hacia dónde se inclina la mayor cantidad de valoraciones promedios se debe remitir a la Tabla 6 de casos por clúster, para definir el nivel de madurez tecnológica identificado en la IES.

Tabla 6. *Casos por clúster para dimensión gestión*

Clúster	Número de casos en cada clúster	
	1	2
Válidos		10,000
Perdidos		13,000
		23,000
		,000

Nota: * En la Tabla 6 se muestra la cantidad de casos por clúster para cada conglomerado constituido a partir de la dimensión gestión.

Se encontró un porcentaje importante de cumplimiento aceptable en clúster 1 que representa el 43.5% de la totalidad analizada. Si bien no es la mayoría, si es un porcentaje que dejó ver una gran inclinación hacia un nivel de cumplimiento no tan sobresaliente de la IES en este aspecto. El 56,5%, indicó que el nivel de madurez tecnológica en la IES analizada es afianzado.

Basándose en la mayor proporción de las valoraciones obtenidas, se encontró que, la IES cuenta con un sistema basado en TIC socializado en su talento humano que le hace posible mejorar continuamente sus procesos de manera adecuada mediante el uso de herramientas tecnológicas.

5.5.4 Dimensión ética

Tabla 7. *Análisis de clúster para dimensión ética*

	Centros de clústeres finales	
	Clúster	
	1	2
P_26	3	5
P_27	3	5
P_28	3	4

Nota: * En la Tabla 7 se muestran las valoraciones medias para cada ítem considerado en la dimensión ética, y los conglomerados conformados a partir de estos.

De acuerdo a la Tabla 7 se puede observar que, para el clúster 1 la dimensión ética se cumplió medianamente en cada ítem considerado. Estos resultados promedios indicaron que, se cumple a medias criterios como la disponibilidad de plataformas tecnológicas que garanticen la libre opinión de estudiantes y docentes, así como herramientas para garantizar la libre opinión de docentes con respecto al proceso de enseñanza impartido. El conglomerado 2, resultó con mejores valoraciones promedio para cada ítem indagado en la dimensión ética, evidenciando una comprensión inversa de lo ocurrido en el clúster 1.

Tabla 8. *Casos por clúster para dimensión ética*

Clúster	Número de casos en cada clúster	
	1	10,000
	2	13,000
Válidos		23,000
Perdidos		,000

Nota: * En la Tabla 8 se muestra la cantidad de casos por clúster para cada conglomerado constituido a partir de la dimensión ética.

Con base a la Tabla 8 puede inferirse que, el 56.5% de las valoraciones promedio representadas por el clúster 2, demostraron un nivel de madurez tecnológica establecido en la IES. Esto, significa que, la mayor cantidad de la muestra consultada tienen una percepción de que si es evidente que en la institución existen mecanismos y herramientas con soporte tecnológico para garantizar la libre expresión de estudiantes y docentes acerca de procesos sustanciales en el marco de la enseñanza superior.

5.5.5 Dimensión pedagogía

Tabla 9. *Análisis de clúster para dimensión pedagogía*

Centros de clústeres finales		
	Clúster	
	1	2
P_29	3	5
P_30	2	4
P_31	3	4
P_32	3	4
P_33	2	4

Nota: * En la Tabla 9 se muestran las valoraciones medias para cada ítem considerado en la dimensión pedagogía, y los conglomerados conformados a partir de estos.

Se observa en la Tabla 9 que, para una cantidad de la muestra agrupada en el conglomerado 1 la IES cumple medianamente y en menor medida con los ítems considerados en la dimensión pedagogía. Lo anterior significa que, en menor medida en la institución las TIC han permitido tener un acercamiento entre el docente y el estudiante, y que medianamente, existen lineamientos curriculares que promueven el uso de las TIC en las actividades académicas, los contenidos propician aplicaciones en la vida real mediante el uso de las TIC, y que en esta misma medida existen canales para reflexionar sobre los contenidos vistos en clase mediante una relación bidireccional entre docente y estudiante.

Tabla 10. *Casos por clúster para dimensión pedagogía*

Número de casos en cada clúster		
Clúster	1	4,000
	2	19,000
Válidos		23,000
Perdidos		,000

Nota: * En la Tabla 10 se muestra la cantidad de casos por clúster para cada conglomerado constituido a partir de la dimensión pedagogía.

Los resultados consolidados en la Tabla 10 evidenciaron que, de acuerdo al 82.6% de los encuestados en la IES existe un nivel de madurez tecnológica establecido asociado a la dimensión pedagogía. Esto equivale a que, en la institución hay herramientas tecnológicas para ejecutar procesos de enseñanzas basados en TIC y que, de igual manera, tales procesos son controlados y medidos en términos de sus respectivos alcances.

5.5.6 Dimensión tecnología

Tabla 11. *Análisis de clúster para dimensión tecnología*

	Centros de clústeres finales	
	Clúster	
	1	2
P_34	3	4
P_35	3	4
P_36	3	4
P_37	3	5
P_38	3	4

Nota: * En la Tabla 11 se muestran las valoraciones medias para cada ítem considerado en la dimensión tecnología, y los conglomerados conformados a partir de estos.

En lo que respecta a la Tabla 11, se pueden observar resultados que evidencian un cumplimiento mediano acerca de lo que buscaba la dimensión tecnología. En términos de sus ítems, tales valoraciones promedias indican que, a medio termino en la IES existe una infraestructura tecnológica necesaria para cubrir funciones sustantivas como docencia, investigación y extensión, y que, de igual manera, la IES cuenta con herramientas tecnológicas para lograr un sistema que le permita ofrecer servicios sin limitaciones de espacio y tiempo, es

decir, servicios de carácter internacionales. A lo anterior, puede adicionarse que, medianamente la IES cumple criterios como: el acceso a internet dentro de la IES facilita el funcionamiento correcto de las herramientas tecnológicas utilizadas en los procesos de enseñanza. No obstante, lo anterior fue un hallazgo encontrado solo para un agrupamiento, para el conglomerado 2, se puede inferir que, se cumple con todos los ítems contemplados en la dimensión tecnología.

Tabla 12. *Casos por clúster para dimensión tecnología*

Número de casos en cada clúster		
Clúster	1	7,000
	2	16,000
Válidos		23,000
Perdidos		,000

Nota: * En la Tabla 12 se muestra la cantidad de casos por clúster para cada conglomerado constituido a partir de la dimensión tecnología.

De acuerdo al 69.6% de los profesionales consultados en el presente estudio, en la IES existe un nivel de madurez tecnológica establecido en lo que respecta a la dimensión tecnología. Lo anterior, deja ver que en la institución hay herramientas que permiten integrar funciones sustantivas de la educación superior mediante soporte TIC, y que, de igual manera, existen procesos que pueden ser ejecutados a partir de una infraestructura tecnológica que permite mejorar el proceso de enseñanza. Lo ya descrito, puede ser controlado y medido de acuerdo al alcance de los procesos y/o procedimientos, ya que el nivel establecido evidencia la existencia de variables para vigilar en cumplimiento de los procesos analizados en función de las metas trazadas en la IES.

5.5.7 Dimensión investigación

Tabla 13. *Análisis de clúster para dimensión investigación*

	Centros de clústeres finales	
	Clúster	
	1	2
P_39	2	4
P_40	2	4
P_41	2	4
P_42	3	4
P_43	3	4

Nota: * En la Tabla 13 se muestran las valoraciones medias para cada ítem considerado en la dimensión investigación, y los conglomerados conformados a partir de estos.

De acuerdo a la Tabla 13, se pudo observar que el clúster 1 manifestó un cumplimiento de tipo bajo y medio en cuanto lo considerado en la dimensión investigación. Pudo inferirse a partir de este conglomerado que, en la IES la puesta en marcha de TIC ha promovido en menor medida un espíritu investigativo para producir contenido científico. De igual manera, en menor medida las TIC han permitido el escalonamiento de grupos de investigación en el Ministerio de Ciencia, Tecnología e investigación. En lo que respecta al clúster 2, se deja ver una valoración promedio de todos los ítems a manera de cumplimiento de la IES en la dimensión investigación.

Tabla 14. *Casos por clúster para dimensión investigación*

Clúster	Número de casos en cada clúster	
	1	2
	3,000	20,000
Válidos	23,000	
Perdidos		,000

Nota: * En la Tabla 14 se muestra la cantidad de casos por clúster para cada conglomerado constituido a partir de la dimensión investigación.

De acuerdo al 86.9% de los profesionales consultados, la IES analizada presentó un nivel de madurez tecnológica establecido en cuanto a lo relacionado con la dimensión investigación. En otros términos, dentro de la IES se evidencia que la institución cuenta con herramientas que le permiten llevar a cabo sus procedimientos de forma tecnológica en términos de investigación, produciendo contenido científico utilizando herramientas TIC, y de igual manera, la IES ha logrado el escalonamiento de sus grupos de investigación en CTel gracias a que cuenta con activos tecnológicos que le hacen posible a su planta docente y estudiantes generar aplicaciones a partir de escenarios tecnológicos soportados en tecnologías de la información y comunicación.

5.6 Búsqueda de relaciones más frecuentes dentro de cada dimensión

Con la finalidad de identificar qué ítem guardaban una relación más frecuente dentro de cada dimensión, se utilizó el software WEKA para establecer las reglas de asociación más importantes considerando factores claves de la técnica como lo son: soporte y confianza.

Para lo anterior, se tuvo en cuenta un breve fragmento teórico de lo que representan las reglas de asociación como técnica de minería de datos para dar riqueza conceptual en contextos como el estudiado en el presente trabajo investigativo.

Una regla de asociación es una expresión de la forma $X \Rightarrow Z$ donde X y Z son conjuntos de elementos [32]. El significado intuitivo dentro de la técnica señalada, se interpreta de acuerdo a la siguiente indicación: las transacciones de la base de datos que contienen X tienden a contener Z [32].

5.6.1 soporte (o cobertura)

Es la probabilidad de que una transacción contenga {X, Z} [32]

5.6.2 Confianza (o eficiencia)

Es la probabilidad condicional de que una transacción que contenga {X} también contenga {Z} [32].

5.6.3 Algoritmo a priori

El proceso del algoritmo Apriori empieza con la obtención de los llamados conjuntos de ítems frecuentes, los cuales son aquellos conjuntos formados por los ítems cuyo soporte obtenido de la base de datos es superior al soporte mínimo solicitado por el usuario. Debido al amplio uso del algoritmo Apriori, desde que se formalizó la inducción de reglas de asociación, la obtención de los conjuntos de ítems frecuentes es una tarea común en dichos algoritmos [33].

El algoritmo Apriori genera una gran cantidad de reglas con muy pocos ítems en la base de datos, de las cuales debemos de seleccionar cuales son las reglas más válidas y representativas a tomar en cuenta en base a los parámetros de las misma. Los principales parámetros de calidad de las reglas de asociación son el Soporte y la Confianza [33]

5.6.4 Resultados más importantes de reglas de asociación por dimensión

Dimensión institucional

Nivel mínimo de soporte:0.75

1.P_2=se cumple a cabalidad P_3=se cumple a cabalidad P_4= se cumple a cabalidad 3 ==>

P_5=cumple a cabalidad conf:(1)

Si la IES tiene un personal administrativo lo suficientemente capacitado en TIC's para garantizar la cobertura del servicio de educación a otras áreas geográficas cercanas a la sede principal, y así mismo, la infraestructura tecnológica del área administrativa, hace posible

estructurar un programa de apoyo económico a los estudiantes con el fin de disminuir el nivel de deserción universitaria y brindar soporte al desarrollo óptimo de funciones sustantivas como: investigación, docencia y extensión, entonces la IES cuenta en su área administrativa con un programa de seguimiento tecnológico para la planificación y control de su recurso humano y gestión del recurso económico alineado a su plan estratégico en aras de alcanzar eficiencia, eficacia y calidad en el servicio prestado.

La confiabilidad de la regla de decisión encontrada fue del 100%.

2. P_8 =se cumple a cabalidad $\Rightarrow$ P_{10} =se cumple a cabalidad conf:(0.75)

Si existen herramientas tecnológicas en la IES capaces de transformar la enseñanza presencial a un modelo de enseñanza virtual, entonces el personal docente de la IES cuenta con herramientas para desarrollar encuentros sincrónicos orientados al refuerzo de estudiantes con desempeño académico irregular.

La confiabilidad de la regla de decisión encontrada fue del 100%.

3. P_{12} =se cumple a cabalidad P_{13} =se cumple a cabalidad $\Rightarrow$ P_{11} =se cumple a cabalidad conf:(1)

Si la IES cuenta con plataformas tecnológicas para el seguimiento del estudiante a su historial académico de forma sencilla y eficaz, y existe una plataforma tecnológica que permita la atención online de los estudiantes por parte del personal docente, entonces la IES cuenta con plataformas tecnológicas para la inscripción, pre-matricula, matricula y demás servicios para sus estudiantes.

Dimensión evaluación

Nivel mínimo de soporte:0.65

1. P_16=se cumple a cabalidad P_20=se cumple a cabalidad ==> P_18=se cumple a cabalidad
conf:(1)

Si la IES cuenta con herramientas tecnológicas para realizar un diagnóstico de competencias académicas de sus recién admitidos, y existe un modelo evaluativo basado en TIC's para facilitar el reporte oportuno de calificaciones tanto a estudiantes como a la institución, entonces los procesos de evaluación para estudiantes en la IES pueden ser realizados de forma virtual en plataformas tecnológicas propias de la institución en los casos que sean necesarios y en tiempo real.

La confiabilidad de la regla de decisión encontrada fue del 100%.

Dimensión gestión

Nivel mínimo de soporte:0.65

1.P_23=se cumple a cabalidad P_24=se cumple a cabalidad P_25=se cumple a cabalidad ==>
P_21=se cumple a cabalidad conf:(1)

Si la IES busca la mejora continua de sus procesos en términos de eficiencia,eficacia,flexibilidad y calidad incorporando procedimientos tecnológicos adecuados, y de igual manera, existe una gestión de las TIC orientada al soporte tecnológico a funciones como:administrativa,docencia,investigación y extensión, y se gestiona en cada una de las áreas o en la mayoría de ellas transformaciones digitales orientadas al mejoramiento de los servicios prestados, entonces existe un plan estratégico basado en las TIC en la IES.

La confiabilidad de la regla de decisión encontrada fue del 100%.

Dimensión ética

Nivel mínimo de soporte:0.75

1.P_27=se cumple P_28=se cumple ==> P_26=se cumple conf:(1)

Si existen plataformas tecnológicas que facilitan la libre opinión y garantizan la privacidad de los docentes con relación al servicio de enseñanza impartido en aras de mejorar, y una promoción del comportamiento transparente y responsable, tanto de docentes, estudiantes y personal administrativo sobre el manejo de los recursos disponibles para llevar a cabo cada actividad dentro de la institución mediante canales de información y comunicación adecuados, entonces existen plataformas tecnológicas que facilitan la libre opinión y garantizan la privacidad de los estudiantes con relación al servicio de enseñanza recibido.

La confiabilidad de la regla de decisión encontrada fue del 100%.

Dimensión pedagogía

Nivel mínimo de soporte:0.65

1.P_30=se cumple a cabalidad P_32=se cumple a cabalidad ==> P_29=se cumple a cabalidad conf:(1)

Si los contenidos propuestos en los syllabus de cada espacio académicos incorporan en sus horas de teoría y práctica un componente tecnológico basado en TIC, y los contenidos dados en cada espacio académicos propician aplicaciones en la vida real mediante el uso de tecnologías de la información y comunicación, entonces, existe en la IES lineamientos curriculares que promuevan el uso y aplicación de la Tecnología de la Información y Comunicación.

La confiabilidad de la regla de decisión encontrada fue del 100%.

Dimensión tecnología

Nivel mínimo de soporte:0.65

1.P_34=se cumple P_36=se cumple P_38=se cumple ==> P_35=se cumple conf:(1)

Si existe la infraestructura tecnológica necesaria en la IES para poder cubrir las funciones sustantivas de docencia, investigación y extensión, y así mismo, las TIC implementadas permiten integrar funcionalidades de almacenamiento, procesamiento y transmisión digitalizada de la información y hacen posible el trabajo conjunto entre las distintas dependencias de la institución e incluso facilita la cooperación para la transmisión de información entre sedes de la IES,entonces, la IES cuenta con suficientes herramientas tecnológicas para lograr que el modelo de servicios ofrecidos pueda ser de acceso universal acortando limitaciones de espacio y tiempo.

La confiabilidad de la regla de decisión encontrada fue del 100%.

Dimensión investigación

Nivel mínimo de soporte:0.65

P_39=se cumple a cabalidad P_43=se cumple a cabalidad ==> P_41=se cumple a cabalidad conf:(1)

Si en la IES, la puesta en marcha de aplicaciones y herramientas tecnológicas ha promovido un espíritu y una curiosidad por producir contenido científico, y de igual manera, han permitido desarrollar convenios con diferentes tipos de organizaciones generando espacios de resolución de problemas reales mediante el tratamiento de la información y simulación de alternativas de los contextos problemáticos tratados, entonces, los procesos de investigación en la IES hoy pueden desarrollarse de manera conjunta entre facultades y de manera conjunta con otras organizaciones. La confiabilidad de la regla de decisión encontrada fue del 100%.

5.7 Análisis factorial aplicado en el modelo propuesto

El análisis factorial consiste en una técnica de reducción de datos, es decir, pretende pasar de ese número elevado de variables en este caso 43, a un número más pequeño de elementos explicativos, denominados *factores*, los cuales permitan explicar de una manera más sencilla la realidad del problema tratado. Es evidente que esos factores tendrán que obtenerse e interpretarse a partir de las variables iniciales, y también es cierto que el modelo perderá poder explicativo en ese proceso. La clave está en ganar facilidad para interpretar la realidad, al menor coste posible en términos de pérdida de información [9].

Dadas las condiciones de aplicabilidad descritas en el apartado de marco teórico de la presente investigación, a continuación, se exponen los resultados que responden a tales condiciones teóricas requeridas por la técnica:

Tabla 15. *KMO -test de esfericidad de Bartlett*

KMO y prueba de Bartlett		
Medida de adecuación muestral de Kaiser-Meyer-Olkin.		,815
Prueba de esfericidad de Bartlett	Chi-cuadrado aproximado	1050,208
	gl	385
	Sig.	,000

*Nota:** La Tabla 15 muestra estadísticos importantes para validar la pertinencia de aplicar análisis factorial al conjunto de datos procesados.

Como el test de esfericidad de Bartlett demanda una $p < 0.05$, puede expresarse con base al resultado obtenido, la existencia de correlaciones entre las variables del instrumento puesto que $p = 0.000$. De otra manera, el KMO de $0.815 > 0.5$, deja ver la adecuación de la muestra para un posterior análisis factorial.

Tabla 16. *Varianza total explica-criterio autovalor*

C	Varianza total explicada								
	Autovalores iniciales			Sumas de cargas al cuadrado de la extracción			Sumas de cargas al cuadrado de la rotación		
	Total	% de varianza	% acumulado	Total	% de varianza	% acumulado	Total	% de varianza	% acumulado
1	17,10	39,78	39,78	17,10	39,78	39,78	10,12	23,54	23,54
2	5,45	12,69	52,47	5,45	12,69	52,47	5,30	12,33	35,87
3	3,86	8,97	61,45	3,86	8,97	61,45	4,94	11,49	47,37
4	2,50	5,82	67,27	2,50	5,82	67,27	3,57	8,31	55,69
5	2,14	4,98	72,25	2,14	4,98	72,25	3,53	8,23	63,92
6	1,97	4,58	76,84	1,97	4,58	76,84	3,06	7,12	71,04
7	1,73	4,03	80,87	1,73	4,03	80,87	2,46	5,73	76,78
8	1,42	3,31	84,19	1,42	3,31	84,19	2,29	5,33	82,11
9	1,09	2,53	86,73	1,09	2,53	86,73	1,68	3,92	86,04
10	1,01	2,36	89,09	1,01	2,36	89,09	1,31	3,04	89,09

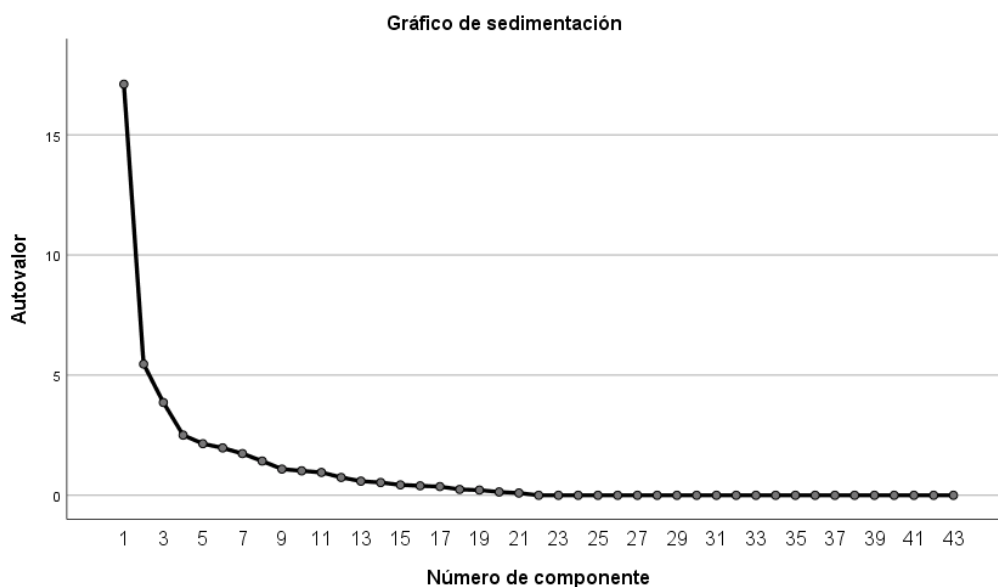
Método de extracción: análisis de componentes principales.

Buscando explicar la realidad del contexto estudiado, en este caso la madurez tecnológica en una IES de la ciudad de Bucaramanga, el instrumento de 43 variables aplicado a profesionales de la educación superior de la institución se puede en 10 factores que son una combinación lineal de las variables que los conforman, en la presente investigación se puede explicar el 89.09% de los resultados con las dimensiones creadas.

Si se recurre al gráfico de sedimentación, se puede observar que el número de factores que deben retenerse, parecen ser nueve (que es donde termina la pendiente de la “montaña”). Para resolver esta disyuntiva, hay que observar que el autovalor del factor diez ($1.01 > 1$). Con el que se

alcanza a explicar el 89.09 % de la varianza total, por lo que la solución de diez factores parece razonable.

Figura 3. *Gráfico de sedimentación*



5.7.1 Interpretación de factores

Teniendo en cuenta que cada factor es una combinación lineal de variables, para entender su significado, es necesario ver qué variables contribuyen más a explicarlo [11].

Luego, en nuestro caso, se utilizarán para explicar cada factor a aquellas variables con una carga factorial superior a 0.5 [11].

En síntesis, la madurez tecnológica de una IES de la ciudad de Bucaramanga, puede medirse mediante muchas variables (X1 a X43), pero podemos afirmar que, sin perder demasiada información que, esta problemática puede ser sintetizada en 10 factores.

Los coeficientes de las cargas factoriales significan como se están relacionando cada variable con su respectivo factor.

La suma total de los ítems es distinta para cada sujeto o pueden no serlo, la varianza de los totales, expresa la diversidad que existe entre los sujetos. Si hay n factores, se entiende que el instrumento original puede resultar en n instrumentos (cada uno compuesto por todos los ítems, aunque en cada instrumento los ítems tienen un peso específico distinto según sea su relación con el factor $a_1a+b_1b+c_1c+.....n_1n=Factor\ n$ [34]

Los pesos pueden ser grandes o pequeños, positivos o negativo. Generalmente en cada factor hay ítems con pesos grandes y otros muy próximos a cero. Los ítems que más pesan en cada factor realmente son los que lo definen. [34]

Tabla 17. Factores resultantes

F 1	F2	F 3	F 4	F 5	F 6	F 7	F 8	F9	F 10
X29	X26	X31	X18	X36	X4	X42	X13	X8	X2
X21	X27	X43	X12	X35	X34	X9			
X32	X23	X14	X37	X11	X24				
X40	X19	X33	X3	X15					
X7	X10	X25	X6						
X20	X28								
X39									
X30									
X22									
X5									
X41									
X17									
X1									
X16									

*Nota:** En la Tabla 17 se muestran las variables (X) asociadas a cada factor explicativo.

El análisis factorial aplicado al conjunto de 43 ítem arrojó como resultado 10 factores explicativos que pueden explicar el 89.09% de la problemática analizada. Tales factores explicativos configuran combinaciones lineales en función de la correlación de cada variable con el factor mismo.

F1:0.877X29+0.866X21+0.860X32+0.852X40+0.823X7+0.803X20+0.799X39+0.780X30+0.775X22+0.756X5+0.680X41+0.676X17+0.671X1+0.615X16

El primer factor comprimió variables asociadas a cada dimensión siendo este caracterizado como el que en 14 ítem puede llegar a explicar el 39.78% de la varianza total explicada de toda la información recolectada sobre la madurez tecnológica en la IES.

F2:0.893X26+0.874X27+0.664X23+0.655X19+0.627X10+0.618X28

El factor 2,pudo explicar el 12,69% de la varianza total. En términos de sus variables componentes, es un factor que describe como en la IES la gestión, la ética y pedagogía pueden informar sobre el estado de madurez tecnológica que tiene la institución considerando tales variables.

F3:0.922X31+0.751X43+0.701X14+0.664X33+0.542X25

El factor 3,pudo explicar el 8,97% de la varianza total. De acuerdo al contenido de las variables que lo integran, permite conocer el estado de madurez tecnológica en función de la gestión,pedagogía,tecnología y servicios para estudiantes.

F4:0.758X18+0.739X12+0.680X37+0.545X3+0.539X6

El factor 4,pudo explicar el 5,82% de la varianza total. Considerando las características de las variables mediante el cual quedó definido, permite conocer el estado de madurez tecnológica a partir de subdimensiones como administrativos, académicos, servicios para estudiantes y la dimensión tecnología.

F5:0.788X36+0.648X35+0.623X11+0.592X15

El factor 5,pudo explicar el 4,98% de la varianza total. Las variables que lo integran, hacen posible mediante tal factor conocer el nivel de madurez tecnológica en la IES en términos del subdimensión servicios de estudiantes y la dimensión tecnología.

F6:0.794X4+0.718X34+0.566X24

El factor 6,pudo explicar el 4,58% de la varianza total. A partir de las variables que constituyen el sexto factor puede evidenciarse que, el mismo puede dar a conocer la madurez tecnológica de la IES en función de la subdimensión administrativo, la dimensión tecnología y la dimensión gestión.

F7:0.773X42+0.528X9

El factor 7,pudo explicar el 4,03% de la varianza total. Las variables en las que resultó el séptimo factor dan a conocer que es posible conocer el porcentaje de madurez tecnológica de la IES a partir de la subdimensión académicos y la dimensión investigación.

F8:0.884X13

El factor 8,pudo explicar el 3,31% de la varianza total. Este factor puede explicar el porcentaje referenciado de madurez tecnológica en la IES a través de esta variable asociada a la subdimensión servicios de estudiantes.

F9:0.768X8

El factor 9,pudo explicar el 2,53% de la varianza total. Este factor puede explicar el porcentaje referenciado de madurez tecnológica en la IES a través de esta variable asociada a la subdimensión académicos.

F10:0.635X2

El factor 10,pudo explicar el 2,36% de la varianza total. Este factor puede explicar el porcentaje referenciado de madurez tecnológica en la IES a través de esta variable asociada a la subdimensión administrativos.

5.8 Capacidad predictiva del modelo de madurez propuesto

Con el propósito de darle al modelo propuesto una capacidad predictiva en términos probabilísticos, se planteó el siguiente modelo de regresión logística binaria utilizando solamente aquellas dimensiones que desde una significancia estadística óptima aportaron al modelo fortaleza predictiva al momento de realizar las respectivas clasificaciones de los casos simulados.

5.8.1 Bondad de ajuste del modelo

En todo modelo elaborado a partir de la técnica predictiva mencionada, se debe someter el mismo, al cumplimiento de estadísticos y pruebas técnicas y teóricas para poder validar su poder predictivo, tales estadísticos y pruebas a las que se hace referencia son:

5.8.1.1 R cuadrado de Cox y Snell. Sus valores oscilan entre 0 y 1 (tiene un valor máximo inferior a 1, incluso para un modelo perfecto) [35].

5.8.1.2 R cuadrado de Nagelkerke. Es una versión corregida de la R cuadrado de Cox y Snell y cubre el rango completo de 0 a 1 [35].

5.8.1.3 Prueba Ómnibus basada en chi cuadrado. Esta prueba contrasta la hipótesis nula de que los coeficientes β de todos los términos (excepto de la constante) son cero [36].

5.8.1.4 Prueba de Homer y Lemeshow. Es otro método para estudiar la bondad de ajuste del modelo de regresión logística que consiste en comparar los valores previstos (esperados) por el modelo con los valores realmente observados. Ambas distribuciones, esperada y observada, se contrastan mediante una prueba de chi cuadrado. La hipótesis nula del test de Hosmer-Lemeshow es que no hay diferencias entre los valores observados y los valores pronosticados (el rechazo este test indicaría que el modelo no está bien ajustado) [35]

5.9 Resultados del modelo logístico binario

5.9.1 Variable dependiente

Madurez tecnológica con valores binarios:1:con madurez establecida y 0:sin madurez establecida.

5.9.2 Variables independientes

Las variables independientes consideradas fueron: dimensión gestión(0:sin nivel de madurez establecido,1:con nivel de madurez establecido),dimensión pedagógica (0:sin nivel de madurez establecido,1:con nivel de madurez establecido),dimensión tecnología (0:sin nivel de madurez establecido,1:con nivel de madurez establecido) y nivel investigación.

Tabla 18. *Resumen de datos procesados*

Resumen de procesamiento de casos			
Casos sin ponderar ^a		N	Porcentaje
Casos seleccionados	Incluido en el análisis	23	100,0
	Casos perdidos	0	,0
	Total	23	100,0
Casos no seleccionados		0	,0
Total		23	100,0
a. Si la ponderación está en vigor, consulte la tabla de clasificación para el número total de casos.			

*Nota:** En la Tabla 18 se muestra el resumen de la cantidad de datos procesados.

Se procesaron 23 resultados para el instrumento aplicado en la IES seleccionada donde se contó con la participación de profesionales pertenecientes a la misma.

Tabla 19. *Coefficientes de explicación del modelo*

Resumen del modelo			
Paso	Logaritmo de la verosimilitud -2	R cuadrado de Cox y Snell	R cuadrado de Nagelkerke
1	5,545 ^a	,676	,907
a. La estimación ha terminado en el número de iteración 20 porque se ha alcanzado el máximo de iteraciones. La solución final no se puede encontrar.			

*Nota:** En la Tabla 19 se muestran coeficientes que permiten revisar la capacidad predictiva del modelo.

El coeficiente R cuadrado de Cox y Snell hace posible inferir que, el modelo elaborado puede explicar el 67,6% de la varianza total de la variable madurez tecnológica(VD) en término de las variables independientes que plantea el modelo. De igual manera, surge una forma mejorada del coeficiente de Cox y Snell, la cual es, el coeficiente R cuadrado de Nagelkerke de 90,7%, que

representa una explicación mayor de la varianza total de la variable dependiente en función de las variables seleccionadas por el modelo.

Tabla 20. *Prueba de Hosmer y Lemeshow*

Prueba de Hosmer y Lemeshow				
Paso	Chi-cuadrado	gl	Sig.	
1	,000	6	1,000	

*Nota:** En la Tabla 20, se muestra el nivel de significancia obtenido en la prueba Hosmer y Lemeshow para bondad de ajuste del modelo predictivo elaborado.

De acuerdo a la prueba de Hosmer y Lemeshow, que tiene como hipótesis nula que no hay diferencia significativa entre los valores observados y pronosticados. Al obtenerse una significancia mayor que 0.05 no se rechaza tal hipótesis nula, y se concluye que el modelo se ajusta de forma adecuada a los datos.

Lo anterior siguiendo los siguientes criterios de decisión:

Criterio de decisión

Ho: No hay diferencia entre los valores pronosticados y los observados

H1: Sí hay diferencia entre los valores pronosticados y los observados

Significancia o P-Value: 0.05

Sig. < 0.05 Rechazas la Ho

Sig. > 0.05 No se rechaza Ho

Tabla 21. *Capacidad de clasificación del modelo*

Tabla de clasificación ^a					
Observado			Pronosticado		Porcentaje correcto
			Madurez Tecnológica		
			Sin madurez establecida	Con madurez establecida	
Paso 1	Madurez Tecnológica	Sin madurez establecida	8	2	80,0
		Con madurez establecida	0	13	100,0
Porcentaje global					91,3
a. El valor de corte es ,500					

*Nota:** En la Tabla 21 se observa la capacidad de clasificación del modelo mediante el porcentaje global de clasificación.

El modelo predictivo elaborado dentro del marco para estimar la madurez tecnológica en la IES seleccionada, es capaz de clasificar de manera eficiente al 91,3% de los casos en términos de existir o no madurez tecnológica en el nivel establecido en la institución.

Tabla 22. *Variables del modelo de regresión logístico binario*

Variables en la ecuación							
		B	Error estándar	Wald	gl	Sig.	Exp(B)
Paso 1 ^a	Gestión	17,82	1060,3	,000	1	,018	55242828
	Pedagogía	20,10	1014,1	,000	1	,017	7159929599201072
	Tecnología	17,18	1016,8	,000	1	,027	12763542000763332
	Investigación	17,08	1096,8	,000	1	,007	12763542000763240
	Constante	-73,59	1814,1	,000	1	,037	,000
a. Variables especificadas en el paso 1: Gestión, Pedagogía, Tecnología, Investigación.							

*Nota:** En la Tabla 22 se muestran los valores de correspondientes a cada coeficiente de la función predictiva generada a partir del modelo.

Puede observarse que las variables consideradas por el modelo a partir de su aporte significativo para aportar mayor varianza explicada fueron Gestión, Pedagogía, Tecnología, Investigación. Lo anterior, se debe a que cada una de estas variables presentó un nivel de p-value inferior a 0.05.

Es importante aclarar que, cada variable a su vez presentó un Odd ratio (Exp(B)) mayor a 1. Esto debe interpretarse de la siguiente manera:

Exp (B)<1 Si aumenta el valor de la VI(EMV), disminuye el de VD [35]

Exp (B)>1 Si aumenta el valor de la VI, aumenta el de VD [35]

5.9.3 Función predictiva del modelo

$$Y = -73,59 + 17,82 * \text{Gestión} + 20,10 * \text{Pedagogía} + 17,18 * \text{Tecnología} + 17,08 * \text{Investigación}$$

$$Y(1) = -73,59 + 17,82 * 1 + 20,10 * 0 + 17,18 * 1 + 17,08 * 1 = -1,41$$

$$\text{Probabilidad(IES con madurez tecnológica establecida)} = \frac{1}{1+e^{-y}} = \frac{1}{1+e^{-1,41}} = 0,8038$$

De acuerdo a la función predictiva del modelo de madurez tecnológica para la IES seleccionada, se puede evidenciar que para el evento en que la IES tenga un nivel de madurez establecido en las dimensiones gestión, pedagogía, tecnología e investigación, la misma tendrá un 80.38% de ser clasificada como una institución que tiene una madurez tecnológica establecida bajo los parámetros y variables consideradas.

6. Conclusiones

Las inferencias realizadas a continuación, responden a los hallazgos más importantes encontrados en la investigación, así como a la relevancia de la metodología y técnicas utilizadas para responder a cada uno de los objetivos específicos planteados en el proyecto.

Dado lo anterior, pudo encontrarse en cada etapa de la tesis que, la madurez tecnológica en una IES hace parte de cada proceso y/o procedimiento que sea realice en la misma, independientemente del área o dependencia en la que se lleve a cabo.

Metodologías como el COBIT, si bien no son desglosadas en los trabajos investigativos como el ya realizado, han marcado un referente para identificar en cualquier contexto ya sea empresarial o institucional educativo, procesos claves que pueden ser ubicados en dimensiones y posteriormente estimados mediante niveles de madurez tecnológica en escalas discretas del continuo 1-5.

El COBIT representó para el proyecto una manera teórica de integrar lo metodológico con lo puramente cuantitativo, utilizando por un lado la definición de dimensiones y niveles de madurez tecnológica, y por otro lado, la estimación de niveles de madurez tecnológica para cada dimensión previamente definida. Así mismo, la metodología en mención en contextos como el analizado, pueden integrar además de técnicas multivariadas, técnicas de minería de datos como reglas de asociación para encontrar relaciones importantes que permitan reconfirmar lo ya evidenciado en la estimación de los niveles de madurez tecnológica mediante análisis de clúster.

El modelo de madurez tecnológica en la IES seleccionada, dejó formulada una herramienta que al final permitió identificar que en cada dimensión, la institución seleccionada posee un nivel de madurez tecnológica Establecido y en el mejor caso Afinado en la dimensión gestión, el cual hace ver que la misma además de contar con herramientas tecnológicas que le permiten ejecutar sus procesos y/o procedimientos, tiene definidas variables o indicadores que hacen posible controlar y verificar el estado de cumplimiento de cada actividad desarrollada entorno a mejorar las condiciones de operatividad dimensión tras dimensión bajo un enfoque TIC.

Las técnicas de análisis multivariado como análisis de cluster y análisis factorial, cada vez tienen más aplicabilidad en espacios investigativos como el desarrollo de un modelo de madurez tecnológica por dos razones: la primera es que a través del análisis de clúster puede identificarse conglomerados con mayor valoración promedio hacia cada dimensión dejando ver cual es la tendencia en la muestra analizada bajo la problemática en estudio, y la segunda corresponde a que, el análisis factorial como producto deja factores explicativos que pueden sintetizar información de tal forma que para investigaciones posteriores el modelo desarrollado contemple estructuras de instrumentos de autoevaluación más compactas y lógicas adaptables a otros de estudios bajo la misma temática.

El análisis factorial planteado para el modelo de madurez desarrollado dejó ver que es posible explicar mediante una configuración dada por la técnica hasta un 89.09% de la varianza total, lo cual representa un porcentaje de explicación excelente para el modelo planteado, y que a su vez considera cada dimensión de las que fueron tenidas en cuenta, validando así la selección de la información recolectada para estructurar el trabajo investigativo que se desarrolló.

Un modelo predictivo basado en regresión logística binaria para la IES significó la manera de establecer una probabilidad de que tal institución pueda presentar un nivel de madurez establecido general considerando las dimensiones que teórica y conceptualmente guardan relación con la problemática analizada.

7. Recomendaciones

Dado que la temática de madurez tecnológica en Instituciones de Educación Superior ha sido considerada por el sector recientemente, se recomienda por la experiencia ya obtenida a partir de la elaboración del presente estudio que, la IES a la cual se le aplicó el instrumento de autoevaluación pueda seguir periódicamente identificando sus niveles de madurez tecnológica ya

que los mismo pueden variar significativamente en el tiempo puesto que las transformaciones tecnológicas en este tipo de entidades cada vez son mayores y así mismo requieren condiciones óptimas de aplicabilidad.

De igual manera a la IES analizada y a otras IES del sector, se les recomienda identificar nuevas dimensiones que hagan posible ahondar más la temática de madurez tecnológica y transformación digital con soporte TIC en cada una de sus dependencias para poder ser instituciones con capacidad de servicio mundial y tener un alto nivel de cobertura en sus servicios de educación ofrecidos.

Otra recomendación definida en este aparte, corresponde a realizar modelos más amplios y mejorar continuamente tales modelos para obtener resultados más precisos y actualizados, considerando tanto aspectos cualitativos como aspectos cuantitativos en los que vale la pena resaltar la importante aplicación de técnicas multivariadas como análisis de clúster y análisis factorial.

Por último, se hace indispensable la participación activa del personal profesional de cada institución que pretenda realizar estudios como estos, ya que son quienes representan los vivos testimonios de la calidad en los procesos ejecutados dentro de cada institución. De igual manera, se hace necesario para los investigadores considerar en futuros estudios de madurez tecnológica contar con instrumentos de autoevaluación fiables y validos para obtener resultados concluyentes y objetivos dentro del sentido lógico y coherente de la temática tratada.

Referencias

- [1] M. Adam , A.-A. Maytha , . A. Reem, Z. A. Abedallah y R. Yacine , «Digital Transformation in Higher Education: A Framework for Maturity Assessment,» *International Journal of Advanced Computer Science and Applications*, vol. 11, nº 12, pp. 504-511, 2020.
- [2] Universidad Externado de Colombia, «Comunidad virtual externadista,» 5 Octubre 2020. [En línea]. Available: <https://micomunidadvirtual.uexternado.edu.co/instituciones-de-educacion-superior-como-iniciar-su-camino-por-la-virtualidad/>.
- [3] Universidad Icesi, «Repository icesi,» 2011. [En línea]. Available: https://repository.icesi.edu.co/biblioteca_digital/bitstream/10906/79474/1/torres_modelo_capacidad_2011.pdf.
- [4] C. López Valerio, «Modelo de evaluación de la madurez de las Tecnologías de Información y Comunicación, con base en el modelo de 8 pilares para la gestión, Costa Rica,» de *III Congreso Internacional en Inteligencia Ambiental, Ingeniería de Software y Salud Electrónica y Móvil*, Pereira, 2019.
- [5] Cyta, «cyta,» Universidad Nacional d Colombia, 2020. [En línea]. Available: http://www.cyta.com.ar/biblioteca/bddoc/bdlibros/guia_multivariante/guia_multivariante.htm.
- [6] M. J Álvarez , M. Capelo Hernández y J. I. Álvarez Ortiz, «La madurez digital de la prensa española. Estudio de caso,» *Revista Latina de Comunicación Social*, nº 74, pp. 499-520, 2019.

- [7] A. Cobo, E. R. Rocha, A. A. Vanti, y R. . H. Campos , «Universidade do Vale do Rio dos Sinos,» de *Medición de niveles de madurez tecnológica aplicando técnicas de minería de datos*, Sao Leopoldo, 2014.
- [8] J. Aldás, «Universitat de Valencia,» 2008. [En línea]. Available: <https://docplayer.es/57891296-El-analisis-cluster-joaquin-aldas-manzano-1-universitat-de-valencia-dpto-de-direccion-de-empresas-juan-jose-renau-piqueras.html>.
- [9] J. Aldás Manzano, «DocPlayer,» 2008. [En línea]. Available: <https://docplayer.es/52344326-El-analisis-factorial.html>.
- [10] E. Detrinidad, Julio 2016. [En línea]. Available: https://masteres.ugr.es/moea/pages/curso201516/tfm1516/detrinidad_barquero_tfm/.
- [11] J. F. HAIR, Jr., R. E. ANDERSON, R. . L. TATHAM y W. C. BLACK, de *ANÁLISIS MULTIVARIANTE*, Quinta ed., Madrid, PRENTICE HALL IBERIA, 1999, pp. 88-110.
- [12] M. d. E. Nacional, «Mineducación,» 15 Julio 2019. [En línea]. Available: https://www.mineducacion.gov.co/1759/w3-article-231240.html?_noredirect=1.
- [13] U. EAN, «EAN,» 2018. [En línea]. Available: <https://universidadean.edu.co/preguntas-frecuentes/modelo-pedagogico#:~:text=El%20modelo%20pedag%C3%B3gico%20establece%20los,a%20qu%C3%A9%20horas%2C%20bajo%20qu%C3%A9>.

- [14] R. Content, «Rock Content,» 8 Mayo 2019. [En línea]. Available: <https://rockcontent.com/es/blog/tecnologia-en-la-educacion/>.
- [15] Avansis, «Avansis,» 2018. [En línea]. Available: <https://www.avansis.es/tecnologia/madurez-tecnologica/>.
- [16] Miasosordetesis, «Miasosordetesis,» 16 Enero 2020. [En línea]. Available: <https://miasosordetesis.com/como-identificar-y-definir-las-dimensiones-de-las-variables/#:~:text=Las%20dimensiones%20son%20los%20elementos,variable%20compleja%20para%20poder%20medirla.&text=La%20definici%C3%B3n%20de%20las%20dimensiones,escalas%20elaborada.>
- [17] CEPAL, «CEPAL,» Diciembre 2019. [En línea]. Available: https://www.cepal.org/sites/default/files/publication/files/45005/RVE129_Medeiros.pdf.
- [18] POWERDATA, «POWERDATA,» 2019. [En línea]. Available: <https://www.powerdata.es/transformacion-digital>.
- [19] M. d. Educación, «Mineducación,» 2001. [En línea]. Available: https://www.mineduacion.gov.co/1621/articles-86098_archivo_pdf.pdf.
- [20] M. d. Educación, «Mineducación,» 1994. [En línea]. Available: https://www.mineduacion.gov.co/1621/articles-172061_archivo_pdf_decreto1860_94.pdf.
- [21] M. d. E. Nacional, «Mineducación,» 2010. [En línea]. Available: https://www.mineduacion.gov.co/1621/articles-229430_archivo_pdf_decreto1295.pdf.

- [22] S. E. RAMIREZ BRAMBILA, «PIVOT,» 2 Octubre 2018. [En línea]. Available: <http://pivot.com.mx/historia-de-los-niveles-de-madurez-de-la-tecnologia/>.
- [23] E. D. Cárdenas Salgado, «The historical path of technological education in education systems in some countries of the world and its influence on education technology in Colombia,» *Dialnet*, nº 28, pp. 108-122, 2012.
- [24] E. Sánchez Rivas, E. Colomo Magaña, J. Ruiz Palmero y J. Sánchez Rodríguez, «Universidad de Málaga,» 2020. [En línea]. Available: [file:///C:/Users/diluc/Downloads/Tecnologias_Educativas_Estrategias_Didacticas%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/diluc/Downloads/Tecnologias_Educativas_Estrategias_Didacticas%20(1).pdf).
- [25] O. Cristina Romero, «Políticas educativas TIC en el País Vasco y buenas prácticas de enseñanza y aprendizaje,» *Scholarly Journal*, vol. 19, nº 37, pp. 209-210, 2011.
- [26] Z. Juan, L. Wei y X. Peng , «Research on Technology Transfer Readiness Level and Its Application in University Technology Innovation Management,» de *International Conference on E-Business and E-Government*, Guangzhou, 2010.
- [27] A. Nsamba, «Maturity Levels of Student Support E-Services Within an Open Distance E-learning University,» *International Review of Research in Open and Distributed Learning*, vol. 20, nº 4, pp. 1-20, 2019.
- [28] V. Đurek, N. Kadoić y N. Begičević Ređep, «Assessing the Digital Maturity Level of Higher Education Institutions,» de *41st International Convention on Information and Communication Technology, Electronics and Microelectronics (MIPRO)*, Opatija, 2018.

- [29] J. S. Fuentes Gamboa, «repository eafit,» 2013. [En línea]. Available: https://repository.eafit.edu.co/bitstream/handle/10784/1390/FuentesGamboa_JuanaStella_2013.pdf?sequence=1&isAllowed=y.
- [30] A. L. Rodríguez Bustos, «repository unad,» 15 Mayo 2019. [En línea]. Available: <https://repository.unad.edu.co/handle/10596/27838>.
- [31] R. Hernández Sampieri, C. Fernández Collado y P. Baptista Lucio, «METODLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN,» México, McGraw-Hill, 2006, p. 102.
- [32] E. Morales y H. J. Escalante, «INAOE,» 2015. [En línea]. Available: <https://ccc.inaoep.mx/~emorales/Cursos/NvoAprend/Acetatos/reglasAsociacion.pdf>.
- [33] A. Sáenz López, F. Cortés Martínez y J. R. Betancourt Chávez , «Association rules in a Database of medical area,» *Revista de Arquitectura e Ingeniería*, vol. 11, nº 2, pp. 1-8, 2017.
- [34] S. de la Fuente Fernández, «fuenterrebollo,» 2011. [En línea]. Available: <http://www.fuenterrebollo.com/Economicas/ECONOMETRIA/MULTIVARIANT E/FACTORIAL/analisis-factorial.pdf>.
- [35] Escuela de Organización Industrial, 2012. [En línea]. Available: http://eio.usc.es/eipc1/BASE/BASEMASTER/FORMULARIOS-PHP-DPTO/MATERIALES/Mat_50140142_practicaRegLogI_1112.pdf.
- [36] M. Aguayo Canela, «Fabis-Fundación Andaluza Beturia para la Investigación en Salud,» 2012. [En línea]. Available: http://metodos-avanzados sociales.uba.ar/wp-content/uploads/sites/216/2014/03/Regres_log_AGUAYO-otros.pdf.

- [37] J. Escobar-Pérez y Á. Cuervo-Martínez, «VALIDEZ DE CONTENIDO Y JUICIO DE EXPERTOS: UNA APROXIMACIÓN A SU UTILIZACIÓN,» *Avances en Medición* , vol. 6, pp. 27-36, 2008.
- [38] P. López-Roldán y S. Fachelli, «METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN SOCIAL CUANTITATIVA,» Barcelona, Universidad de Barcelona, 2015, pp. 46-60.

Apéndices

Apéndice A. Parte I encuesta madurez tecnológica

Encuesta para determinar los niveles de madurez tecnológica en una Institución de Educación Superior de la ciudad de Bucaramanga

Nombres: _____

Apellidos: _____

Correo: _____

1. Edad:

- Entre 15-19 años
- Entre 20-25 años
- Entre 26-60 años
- Entre 60-65 años

2. Género

- Masculino
- Femenino

3. País de origen

4. Ciudad de origen

5. Nivel de estudios

6. Ocupación

Dimensión Institucional

Administrativos

1. La IES tiene un comité de las TIC orientado a mejorar el desempeño de su personal administrativo con el fin de alcanzar altos niveles de competitividad organizacional

No se cumple

1	2	3	4	5

Se cumple a cabalidad

2. La IES tiene un personal administrativo lo suficientemente capacitado en TIC's para garantizar la cobertura del servicio de educación a otras áreas geográficas cercanas a la sede principal.

1	2	3	4	5

Apéndice B. Parte II encuesta madurez tecnológica

No se cumple

Se cumple a cabalidad

3.La infraestructura tecnológica del área administrativa de la IES, hace posible estructurar un programa de apoyo económico a los estudiantes con el fin de disminuir el nivel de deserción universitaria en ellos.

No se cumple

1	2	3	4	5

Se cumple a cabalidad

4.La IES cuenta con una infraestructura tecnológica en el área administrativa para brindar soporte al desarrollo óptimo de funciones sustantivas como: investigación, docencia y extensión.

No se cumple

1	2	3	4	5

Se cumple a cabalidad

5.La IES cuenta en su área administrativa con un programa de seguimiento tecnológico para la planificación y control de su recurso humano y gestión del recurso económico alineado a su plan estratégico en aras de alcanzar eficiencia, eficacia y calidad en el servicio prestado.

No se cumple

1	2	3	4	5

Se cumple a cabalidad

Académicos

6. La planta docente de la IES cuenta con formación integral en el manejo adecuado de las TIC

No se cumple

1	2	3	4	5

Se cumple a cabalidad

7.Existe en la IES un programa basado en Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) capaz de orientar al personal docente hacia un estilo de docencia y enseñanza semejante.

No se cumple

1	2	3	4	5

Se cumple a cabalidad

8.Existen herramientas tecnológicas en la IES capaces de transformar la enseñanza presencial a un modelo de enseñanza virtual.

No se cumple

1	2	3	4	5

Se cumple a cabalidad

9.Existe un programa de capacitación constante o periódico del personal docente en el manejo de herramientas TIC para desarrollar sus actividades de docencia.

No se cumple

Se cumple a cabalidad

Apéndice C. Parte III encuesta madurez tecnológica

1	2	3	4	5

10.El personal docente de la IES cuenta con herramientas para desarrollar encuentros sincrónicos orientados al refuerzo de estudiantes con desempeño académico irregular

No se cumple

1	2	3	4	5

Se cumple a cabalidad

Servicios para estudiantes

11.La IES cuenta con plataformas tecnológicas para la inscripción,pre-matricula y matricula de sus estudiantes.

No se cumple

1	2	3	4	5

Se cumple a cabalidad

12.La IES cuenta con plataformas tecnológicas para el seguimiento del estudiante a su historial académico de forma sencilla y eficaz.

No se cumple

1	2	3	4	5

Se cumple a cabalidad

13.Existe en la IES una plataforma tecnológica que permita la atención online de los estudiantes por parte del personal docente.

No se cumple

1	2	3	4	5

Se cumple a cabalidad

14. Existe en la IES una plataforma tecnológica que permita la atención online de los estudiantes por parte del personal administrativo.

No se cumple

1	2	3	4	5

Se cumple a cabalidad

15.El estudiante de la IES cuenta con acceso a plataformas de asesoría especializada en temas de acompañamiento psicológico, médico y deportivo en el desarrollo de su formación profesional.

No se cumple

Se cumple a cabalidad

Apéndice D. Parte IV encuesta madurez tecnológica

1	2	3	4	5

Dimensión Evaluación

16.La IES cuenta con herramientas tecnológicas para realizar un diagnóstico de competencias académicas de sus recién admitidos.

No se cumple

1	2	3	4	5

Se cumple a cabalidad

17.La IES cuenta con programas de nivelamiento académico para sus recién admitidos manejados de forma tecnológica haciendo uso de las TIC.

No se cumple

1	2	3	4	5

Se cumple a cabalidad

18.Los procesos de evaluación para estudiantes en la IES pueden ser realizados de forma virtual en plataformas tecnológicas propias de la institución en los casos que sean necesarios y en tiempo real.

No se cumple

1	2	3	4	5

Se cumple a cabalidad

19.Existen herramientas de retroalimentación sobre las competencias evaluadas a los estudiantes en la IES,que están incorporadas a plataformas tecnológicas de encuentros sincrónicos de evaluación.

No se cumple

1	2	3	4	5

Se cumple a cabalidad

20.Existe un modelo evaluativo basado en TIC's en la IES para facilitar el reporte oportuno de calificaciones tanto a estudiantes como a la institución.

No se cumple

1	2	3	4	5

Se cumple a cabalidad

Dimensión Gestión

21.Existe un plan estratégico basado en las TIC en la IES

No se cumple

Se cumple a cabalidad

Apéndice E. Parte V encuesta madurez tecnológica

1	2	3	4	5

22.La IES procura mejorar el entorno de aprendizaje tecnológico mediante la disposición oportuna de recursos económicos y humanos.

No se cumple

1	2	3	4	5

Se cumple a cabalidad

23.La IES busca la mejora continua de sus procesos en términos de eficiencia,eficacia,flexibilidad y calidad incorporando procedimientos tecnológicos adecuados.

No se cumple

1	2	3	4	5

Se cumple a cabalidad

24.Existe una gestión de las TIC en la IES orientada al soporte tecnológico a funciones como como:administrativa,docencia,investigación y extensión.

No se cumple

1	2	3	4	5

Se cumple a cabalidad

25.La IES gestiona en cada una de sus áreas o en la mayoría de ellas transformaciones digitales orientadas al mejoramiento de los servicios prestados.

No se cumple

1	2	3	4	5

Se cumple a cabalidad

Dimensión Ética

26.Existen plataformas tecnológicas que facilitan la libre opinión y garantizan la privacidad de los estudiantes con relación al servicio de enseñanza recibido.

No se cumple

1	2	3	4	5

Se cumple a cabalidad

27. Existen plataformas tecnológicas que facilitan la libre opinión y garantizan la privacidad de los docentes con relación al servicio de enseñanza impartido en aras de mejorar .

No se cumple

1	2	3	4	5

Se cumple a cabalidad

Apéndice F. Parte VI encuesta madurez tecnológica

28.Existe en la IES una promoción del comportamiento transparente y responsable, tanto de docentes, estudiantes y personal administrativo sobre el manejo de los recursos disponibles para llevar a cabo cada actividad dentro de la institución mediante canales de información y comunicación adecuados.

1	2	3	4	5

No se cumple

Se cumple a cabalidad

Dimensión pedagogía

29.Existe en la IES lineamientos curriculares que promuevan el uso y aplicación de la Tecnología de la Información y Comunicación.

1	2	3	4	5

No se cumple

Se cumple a cabalidad

30.Los contenidos propuestos en los syllabus de cada espacio académicos incorporan en sus horas de teoría y practica un componente tecnológico basado en TIC.

1	2	3	4	5

No se cumple

Se cumple a cabalidad

31.Existe canales de comunicación docente-estudiante que permitan reflexionar sobre los temas vistos en clase generando debates basados en el respeto y que hagan posible desarrollar en el estudiante un alto nivel de criticidad educativa.

1	2	3	4	5

No se cumple

Se cumple a cabalidad

32.Los contenidos dados en cada espacio académicos propician aplicaciones en la vida real mediante el uso de tecnologías de la información y comunicación.

1	2	3	4	5

No se cumple

Se cumple a cabalidad

33.Las TIC han permitido en la IES generar un mayor acercamiento entre el docente y estudiante mediante espacios de acompañamiento estudiantil y asesoría especializada.

1	2	3	4	5

No se cumple

Se cumple a cabalidad

Apéndice G. Parte VII encuesta madurez tecnológica**Dimensión Tecnología**

34.Existe la infraestructura tecnológica necesaria en la IES para poder cubrir las funciones sustantivas de docencia, investigación y extensión.

No se cumple	1	2	3	4	5	Se cumple a cabalidad

35.La IES cuenta con suficientes herramientas tecnológicas para lograr que el modelo de servicios ofrecidos pueda ser de acceso universal acortando limitaciones de espacio y tiempo.

No se cumple	1	2	3	4	5	Se cumple a cabalidad

36.Las TIC implementadas en la IES permiten integrar funcionalidades de almacenamiento, procesamiento y transmisión digitalizada de la información.

No se cumple	1	2	3	4	5	Se cumple a cabalidad

37.El acceso a internet dentro la IES permite que todas sus aplicaciones y herramientas tecnológicas faciliten los procesos de enseñanza,administración,docencia,investigación y extensión.

No se cumple	1	2	3	4	5	Se cumple a cabalidad

38.Las TICs implementadas en la IES hacen posible el trabajo conjunto entre las distintas dependencias de la institución e incluso facilita la cooperación para la transmisión de información entre sedes de la IES.

No se cumple	1	2	3	4	5	Se cumple a cabalidad

Dimensión Investigación

39.En la IES, la puesta en marcha de aplicaciones y herramientas tecnológicas ha promovido un espíritu y una curiosidad por producir contenido científico.

No se cumple	1	2	3	4	5	Se cumple a cabalidad

Apéndice H. Parte VIII encuesta madurez tecnológica

40.Las TICs han permitido en la IES aumentar la producción científica en la institución logrando escalonamientos de los grupos de investigación en el Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación - CTel.

No se cumple

1	2	3	4	5

Se cumple a cabalidad

41.Los procesos de investigación en la IES hoy pueden desarrollarse de manera conjunta entre facultades.

No se cumple

1	2	3	4	5

Se cumple a cabalidad

42.La investigación basada en las TICs ha supuesto para la IES una transformación digital que le ha permitido a los docentes y estudiantes investigadores tener acceso a las mejores plataformas de contenido científico del mundo.

No se cumple

1	2	3	4	5

Se cumple a cabalidad

43.Las TICs en la investigación ha permitido desarrollar convenios con diferentes tipos de organizaciones generando espacios de resolución de problemas reales mediante el tratamiento de la información y simulación de alternativas de los contextos problemáticos tratados.

No se cumple

1	2	3	4	5

Se cumple a cabalidad

Apéndice I. Matriz de componentes rotados

Matriz de componente rotado^a										
	Componente									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
P_29	,877		,123				,210	-,184	,229	,138
P_21	,866	,127				,201		,226		-,132
P_32	,860	,117	,132	,123			,126	-,169	-,161	
P_40	,852	,161	,133				,249	,165		,230
P_7	,823					,229	-,165		,288	,129
P_20	,803		,149		,336				,226	,192
P_39	,799				,411	-,149	,156			
P_30	,780	-,213	,104	,394		,247	,103			
P_22	,775	,260		,273	-,228	,218		-,199		-,237
P_5	,756	,290	,329	,155		,245		-,109		-,166
P_41	,680	,250	,250	-,114	,245	-,218	,389	,226		,127
P_17	,676	,299	,424	,231				,308	,158	-,221
P_1	,671	,480	,196				,202	,293		
P_16	,615		,181	,353	,384			-,129	,224	,116
P_26		,893	,136	,118	-,134	,131	-,123	,174	,173	,118
P_27	,117	,874	,249			,135	,272	,130		
P_23	,426	,664	,315		,182	,342			-,185	
P_19	,102	,655	,488					,384	,115	-,158
P_10		,627			,132	,418	,427	-,177	,301	
P_28		,618	,321	,160	,344				-,136	-,386
P_31	,119	,181	,922	,114				,131		
P_43	,359	,168	,751	,149		,172	,295	,110	,213	
P_14	,201	,533	,701		,197		-,110	,201		
P_33	,534	,215	,664	,291			,228		-,131	
P_25	,240	,278	,542		,445	,473	,204			,144
P_38	,149	,168	,472	,122	,354	,325	,390	,437	,193	
P_18		,187	,176	,758	,259		,253	,105		-,108
P_12				,739	,113	,124	-,251		,383	,188
P_37	,306			,680	,391	,279				,228
P_3		,329	,222	,545	-,192	,277	,136	,488	-,220	,112
P_6	,296	,227	,414	,539	,120		,256			-,232
P_36		-,124		,376	,788	,189	,282	,182		
P_35	,110	,348	,370	,135	,648	,195	,142	-,192	,258	-,225

P_11			-,344	,292	,623	,202	-,432	,317	,117	
P_15	,143	,362	,401	,222	,592	-,145			,370	
P_4	,102	,394		,138		,794				,131
P_34				,469	,362	,718			,120	
P_24	,229	,445	,498		,219	,566		-,135	,134	
P_42	,383			,172	,185	-,144	,773			,160
P_9	,455		,147	,148		,277	,528	,272	,115	-,236
P_13		,309	,178		,176			,884	,108	
P_8	,326	,128		,114	,312	,236	,107	,162	,768	
P_2	,360	,137	,224	,332		,283	,176			,635

Método de extracción: análisis de componentes principales.

Método de rotación: Varimax con normalización Kaiser.

a. La rotación ha convergido en 23 iteraciones.

Apéndice J. Vista minables parte I en SPSS

Madureztecnologica.sav [ConjuntoDatos1] - IBM SPSS Statistics Editor de datos

Archivo Editar Ver Datos Transformar Analizar Gráficos Utilidades Ampliaciones Ventana Ayuda

	Nombre	Tipo	Anchura	Decimales	Etiqueta	Valores	Perdidos	Columnas	Alineación	Medida	Rol
1	ID	Numérico	8	0		Ninguna	Ninguna	8	Derecha	Escala	Entrada
2	P_1	Numérico	8	0		{1, No se cu...	Ninguna	8	Derecha	Ordinal	Entrada
3	P_2	Numérico	8	0		{1, No se cu...	Ninguna	8	Derecha	Ordinal	Entrada
4	P_3	Numérico	8	0		{1, No se cu...	Ninguna	8	Derecha	Ordinal	Entrada
5	P_4	Numérico	8	0		{1, No se cu...	Ninguna	8	Derecha	Ordinal	Entrada
6	P_5	Numérico	8	0		{1, No se cu...	Ninguna	8	Derecha	Ordinal	Entrada
7	P_6	Numérico	8	0		{1, No se cu...	Ninguna	8	Derecha	Ordinal	Entrada
8	P_7	Numérico	8	0		{1, No se cu...	Ninguna	8	Derecha	Ordinal	Entrada
9	P_8	Numérico	8	0		{1, No se cu...	Ninguna	8	Derecha	Ordinal	Entrada
10	P_9	Numérico	8	0		{1, No se cu...	Ninguna	8	Derecha	Ordinal	Entrada
11	P_10	Numérico	8	0		{1, No se cu...	Ninguna	8	Derecha	Ordinal	Entrada
12	P_11	Numérico	8	0		{1, No se cu...	Ninguna	8	Derecha	Ordinal	Entrada
13	P_12	Numérico	8	0		{1, No se cu...	Ninguna	8	Derecha	Ordinal	Entrada
14	P_13	Numérico	8	0		{1, No se cu...	Ninguna	8	Derecha	Ordinal	Entrada
15	P_14	Numérico	8	0		{1, No se cu...	Ninguna	8	Derecha	Ordinal	Entrada
16	P_15	Numérico	8	0		{1, No se cu...	Ninguna	8	Derecha	Ordinal	Entrada
17	P_16	Numérico	8	0		{1, No se cu...	Ninguna	8	Derecha	Ordinal	Entrada
18	P_17	Numérico	8	0		{1, No se cu...	Ninguna	8	Derecha	Ordinal	Entrada
19	P_18	Numérico	8	0		{1, No se cu...	Ninguna	8	Derecha	Ordinal	Entrada
20	P_19	Numérico	8	0		{1, No se cu...	Ninguna	8	Derecha	Ordinal	Entrada
21	P_20	Numérico	8	0		{1, No se cu...	Ninguna	8	Derecha	Ordinal	Entrada
22	P_21	Numérico	8	0		{1, No se cu...	Ninguna	8	Derecha	Ordinal	Entrada
23	P_22	Numérico	8	0		{1, No se cu...	Ninguna	8	Derecha	Ordinal	Entrada
24	P_23	Numérico	8	0		{1, No se cu...	Ninguna	8	Derecha	Ordinal	Entrada
25	P_24	Numérico	8	0		{1, No se cu...	Ninguna	8	Derecha	Ordinal	Entrada

Vista de datos Vista de variables

Apéndice K. Vista minable parte II en SPSS

Madureztecnologica.sav [ConjuntoDatos] - IBM SPSS Statistics Editor de datos

Archivo Editar Ver Datos Transformar Analizar Gráficos Utilidades Ampliaciones Ventana Ayuda

Visible: 84 de 84 variables

	ID	P_1	P_2	P_3	P_4	P_5	P_6	P_7	P_8	P_9	P_10	P_11	P_12	P_13	P_14
1	1	2	3	5	4	2	4	3	3	4	4	5	5	4	1
2	2	3	3	4	4	4	4	5	4	4	4	5	3	4	3
3	3	1	4	2	4	2	3	5	3	2	3	5	4	3	1
4	4	1	4	5	5	1	4	2	4	3	5	5	5	5	5
5	5	1	4	1	4	3	4	4	5	4	5	5	5	1	1
6	6	5	5	4	4	4	4	5	5	5	5	5	4	5	5
7	7	4	4	4	4	4	4	5	5	5	4	5	5	5	4
8	8	4	3	2	4	2	3	4	5	4	5	5	3	5	2
9	9	4	3	3	4	3	4	4	3	4	4	4	4	4	3
10	10	5	5	3	5	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5
11	11	5	4	5	4	3	5	4	4	4	5	5	4	4	5
12	12	4	5	5	5	5	4	5	4	4	4	5	5	4	4
13	13	3	4	3	3	3	4	3	2	4	4	2	3	3	3
14	14	3	5	5	4	2	4	5	5	5	4	5	5	5	2
15	15	3	3	3	3	3	4	4	5	3	3	5	5	5	5
16	16	3	4	4	4	4	5	5	5	5	5	4	4	4	4
17	17	4	4	3	3	3	5	4	4	4	3	5	4	4	4
18	18	3	3	3	5	4	4	4	4	5	4	5	4	4	5
19	19	4	4	3	4	4	4	5	5	4	5	5	5	4	5
20	20	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
21	21	4	4	5	5	4	4	5	4	3	5	5	4	4	4
22	22	4	4	4	5	4	4	5	5	4	5	3	4	3	4
23	23	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5

Vista de datos Vista de variables

Apéndice L. Vista minable para la dimensión investigación en WEKA

Weka Explorer

Preprocess | Classify | Cluster | Associate | Select attributes | Visualize

Open file... Open URL... Open DB... Generate... Undo Edit... Save...

Filter: Choose **None** Apply

Current relation
Relation: investigacion
Instances: 23
Attributes: 5

Attributes: All None Invert Pattern

No.	Name
1	☒ p_39
2	☐ p_40
3	☐ p_41
4	☐ p_42
5	☐ p_43

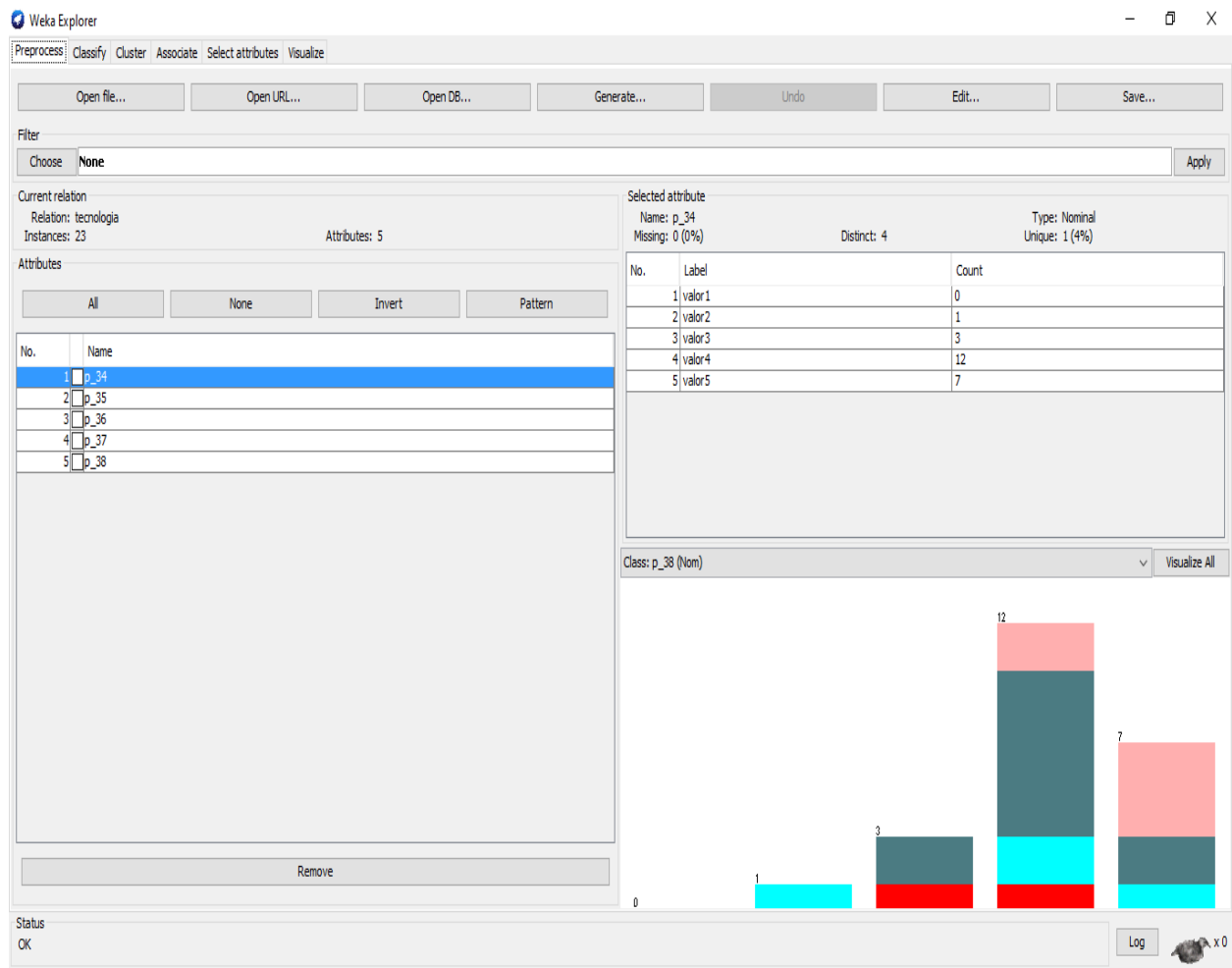
Remove

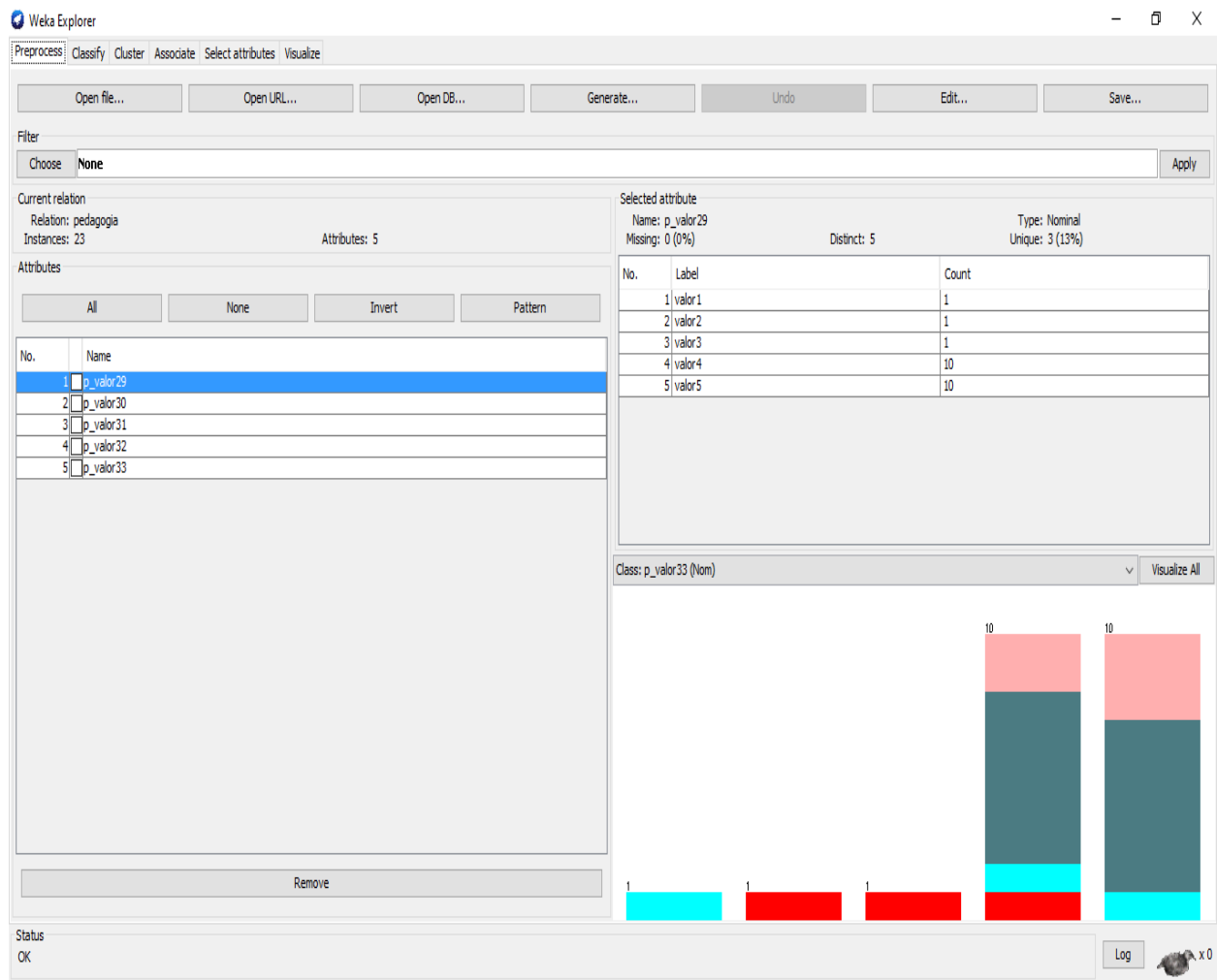
Selected attribute
Name: p_39
Missing: 0 (0%)
Distinct: 5
Type: Nominal
Unique: 1 (4%)

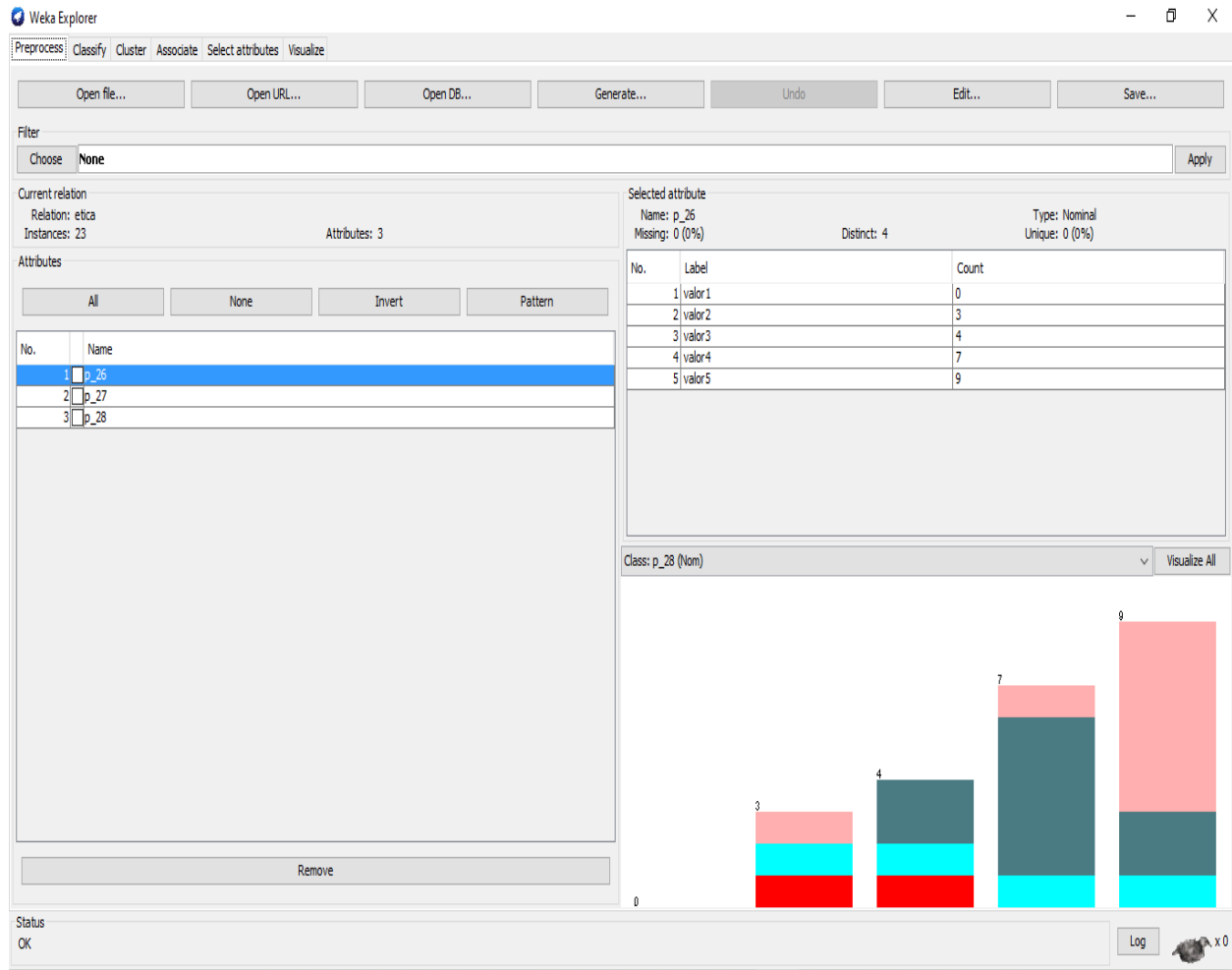
No.	Label	Count
1	valor1	1
2	valor2	2
3	valor3	3
4	valor4	10
5	valor5	7

Class: p_43 (Nom) Visualize All

Status: OK Log

Apéndice M. *Vista minable para la dimensión tecnología en WEKA*

Apéndice N. Vista minable para la dimensión pedagogía en WEKA

Apéndice O. Vista minable para la dimensión ética en WEKA

Apéndice P. Vista minable para la dimensión gestión

Weka Explorer

Preprocess Classify Cluster Associate Select attributes Visualize

Open file... Open URL... Open DB... Generate... Undo Edit... Save...

Filter: Choose **None** Apply

Current relation
Relation: gestion
Instances: 23
Attributes: 5

Selected attribute
Name: p_21
Missing: 0 (0%)
Distinct: 4
Type: Nominal
Unique: 1 (4%)

Attributes
All None Invert Pattern

No.	Name
1	☒ p_21
2	☐ p_22
3	☐ p_23
4	☐ p_24
5	☐ p_25

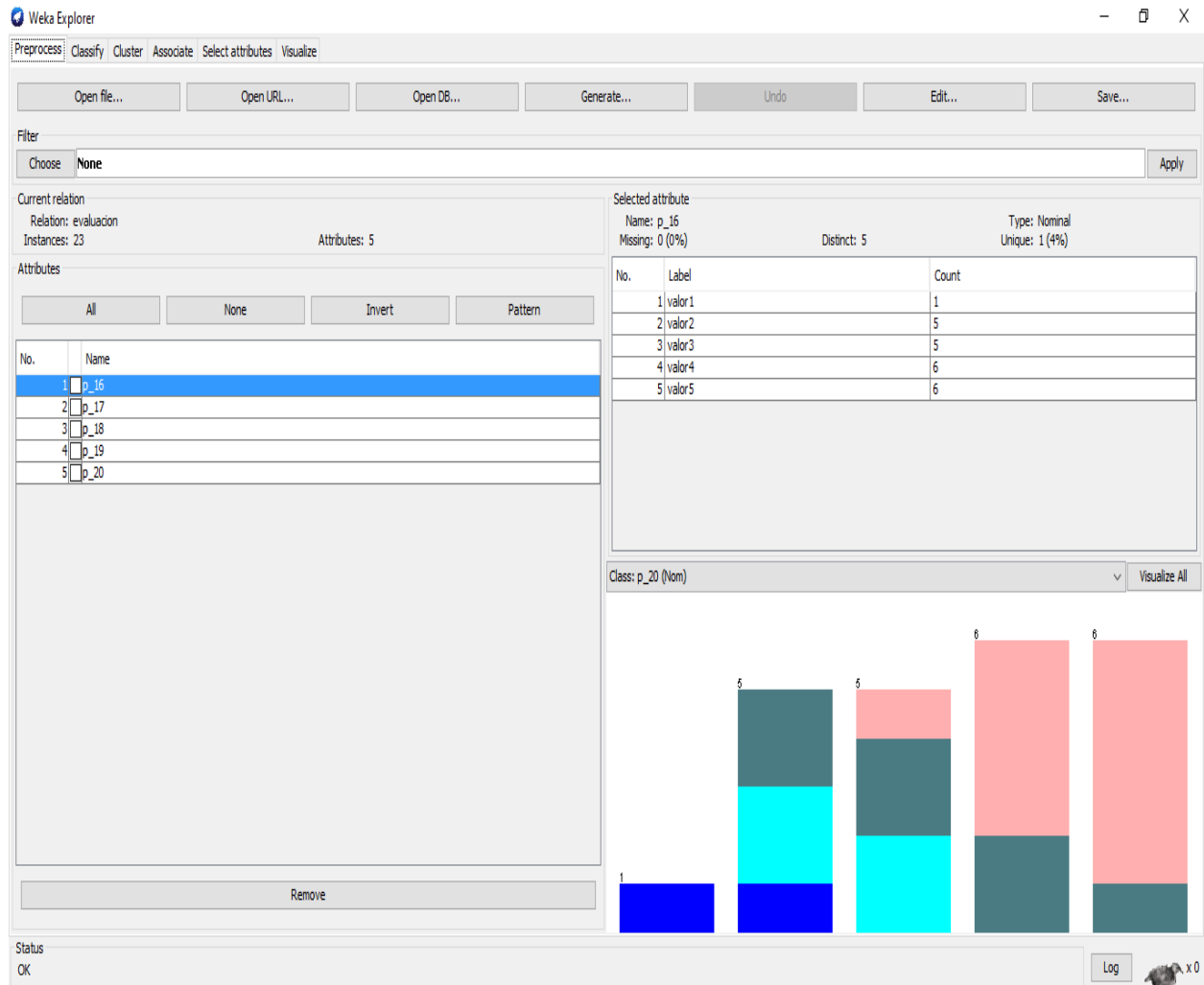
Remove

No.	Label	Count
1	valor1	1
2	valor2	0
3	valor3	6
4	valor4	8
5	valor5	8

Class: p_25 (Nom) Visualize All

Stacked bar chart showing the distribution of the selected attribute p_21 across the classes of p_25. The x-axis represents the classes of p_25 (0, 1, 2, 3, 4) and the y-axis represents the count. The bars are stacked with colors: blue (bottom), red, cyan, dark blue, and pink (top).

Status: OK Log x 0

Apéndice Q. Vista minable para la dimensión evaluación en WEKA

Apéndice R. *Vista minable para la subdimensión servicios de estudiantes en WEKA*

Weka Explorer

Preprocess | Classify | Cluster | Associate | Select attributes | Visualize

Open file... Open URL... Open DB... Generate... Undo Edit... Save...

Filter: Choose **None** Apply

Current relation
Relation: serviciosestudiantes
Instances: 23
Attributes: 5

Attributes: All None Invert Pattern

No.	Name
1	☒ p_11
2	☐ p_12
3	☐ p_13
4	☐ p_14
5	☐ p_15

Remove

Selected attribute
Name: p_11
Missing: 0 (0%)
Distinct: 4
Type: Nominal
Unique: 2 (9%)

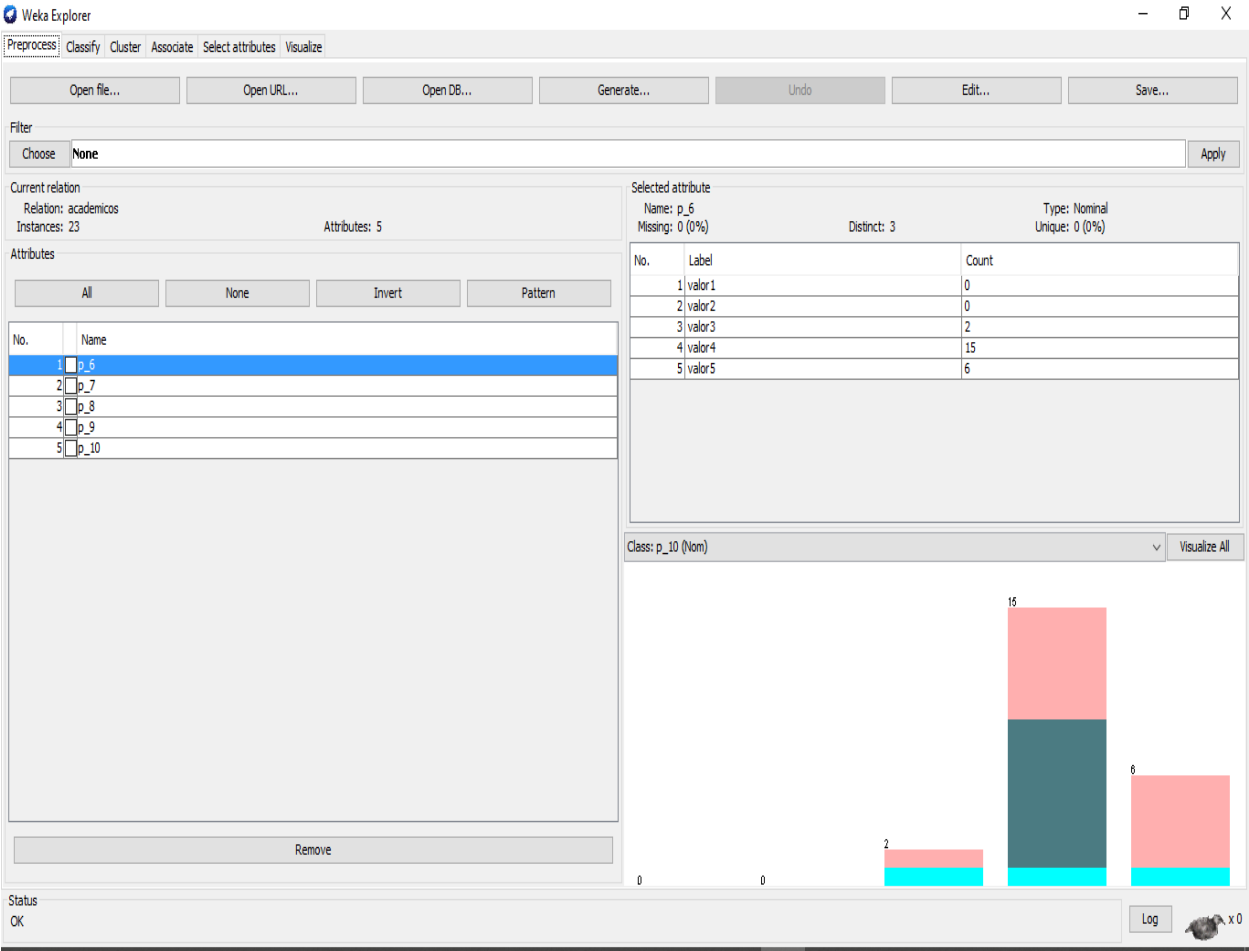
No.	Label	Count
1	valor1	0
2	valor2	1
3	valor3	1
4	valor4	2
5	valor5	19

Class: p_15 (Nom) Visualize All

0 1 1 2 19

Status: OK Log x 0

Apéndice S. Vista minable para la subdimensión académicos



Apéndice T. Vista minable para la subdimensión administrativo en WEKA

Weka Explorer

Preprocess | Classify | Cluster | Associate | Select attributes | Visualize

Open file... Open URL... Open DB... Generate... Undo Edit... Save...

Filter: Choose **None** Apply

Current relation
Relation: administrativos
Instances: 23
Attributes: 5

Attributes: All None Invert Pattern

No.	Name
1	p_1
2	p_2
3	p_3
4	p_4
5	p_5

Remove

Selected attribute
Name: p_1
Missing: 0 (0%)
Distinct: 5
Type: Nominal
Unique: 1 (4%)

No.	Label	Count
1	valor1	3
2	valor2	1
3	valor3	6
4	valor4	8
5	valor5	5

Class: p_5 (Nom) Visualize All

Status: OK Log x 0