

Inmersión de las olas de innovación tecnológica en el programa de Ingeniería Electrónica de la Universidad del Quindío (Colombia)

Immersion of the waves of technological innovation in the Electronics Engineering Curriculum of the University of Quindío

ALDANA Gutiérrez, Jorge Alejandro ¹ y VERA Tasamá, Alexander ²

Recibido: 07/02/2019 • Aprobado: 15/10/2019 • Publicado 21/10/2019

Contenido

1. Introducción
 2. Metodología
 3. Resultados y discusiones
 4. Conclusiones
- Referencias bibliográficas

RESUMEN:

Las olas de innovación tecnológica sugieren, en la internacionalización del programa Ingeniería Electrónica de la Universidad del Quindío, un análisis de la alineación entre su Proyecto Educativo de Programa (PEP) y el sexto movimiento cíclico económico. Utilizando el análisis formal de conceptos, a través de sus implicaciones y asociaciones, se obtuvo la alineación del 45% de los elementos del PEP con esta dinámica económica y su pensamiento local-global de los negocios representa un 80% de esta alineación.

Palabras clave: Análisis Formal de Conceptos, proyecto educativo de programa, sexta ola, reglas de asociación

ABSTRACT:

The waves of technological innovation suggest, in the internationalization of the Electronic Engineering program of the University of Quindío, an analysis of the alignment between its Program Educational Project (PEP) and the sixth economic cyclical movement. Using the formal concept analysis, through its implications and associations, an alignment of 45% of the contained elements of the PEP with that economic dynamic was obtained and their local-global business thinking represents an 80% of this alignment.

Keywords: Formal Analysis of Concepts, educational program project, sixth wave, rules of association

1. Introducción

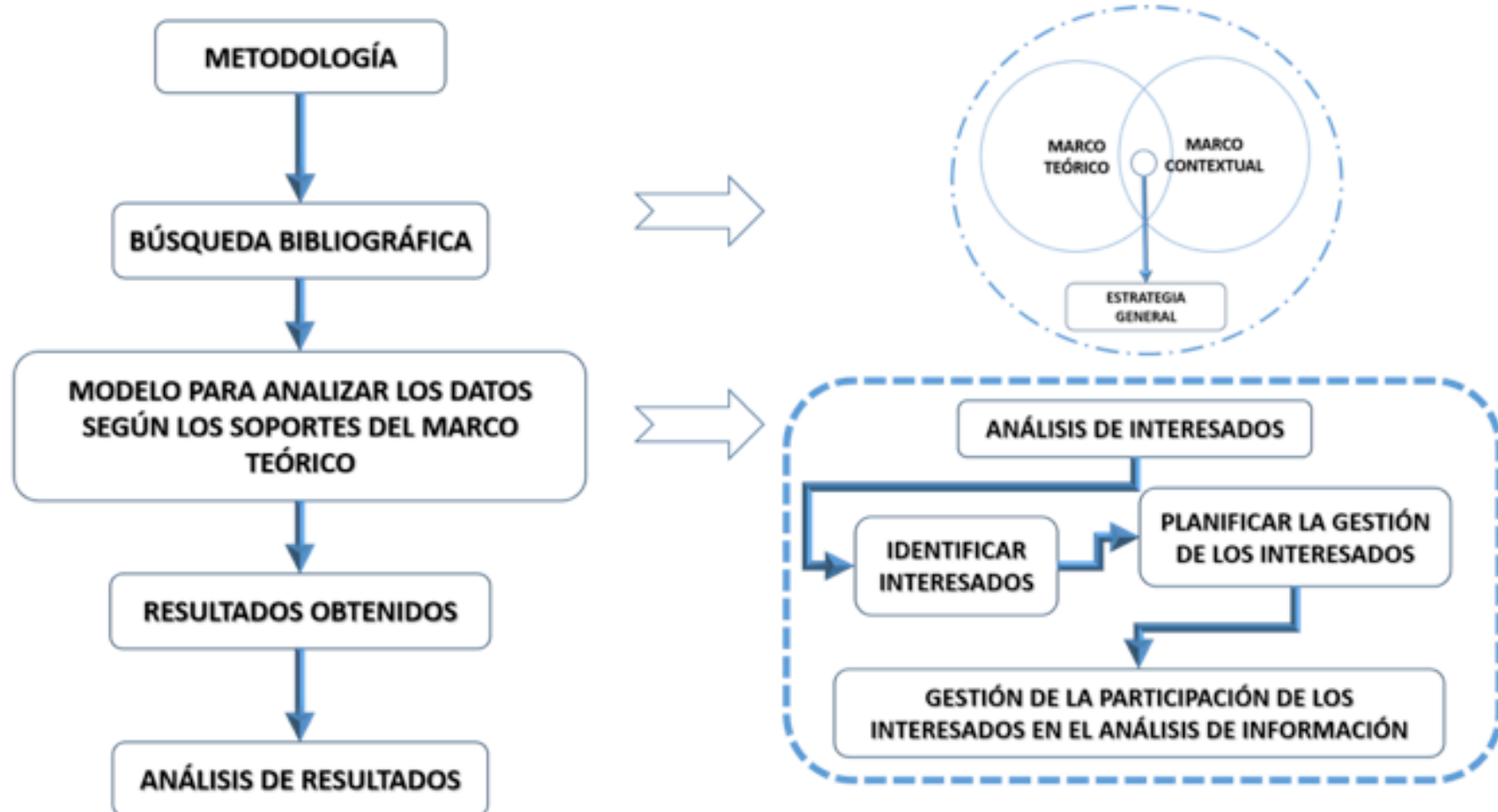
Las olas de innovación tecnológica son una muestra del avance tecnológico del hombre en los últimos 200 años, las cuales evidencian la innovación como un pilar de desarrollo, crecimiento y desarrollo de una región y se afianza como como el eje central en el desarrollo económico sostenible. Por lo que es indispensable para un programa académico de la Universidad del Quindío como Ingeniería Electrónica analizar su inserción en estos temas. Más aún cuando está inmerso en el marco de referencia CDIO (C.D.I.O, 2015), como pilar en la innovación de la enseñanza de la Ingeniería en el mundo. Este modelo se fundamenta en 12 estándares, dentro del cual, el estándar 12 (Evaluación del programa), abre una

posibilidad para analizar la inserción que presenta Ingeniería Electrónica en las olas de innovación tecnológica, especialmente lo que refleja su pensamiento. Para ello, en este artículo se pretende salir del contexto del análisis típico, construyendo entrevistas, analizando resultados con la estadística tradicional y utilizando un enfoque soportado en herramientas (*Formal Concept Analysis, FCA*) iniciando con el análisis de interesados (*Stakeholders*) que se promulga en el PMBOK®. Finalmente, esta herramienta propone retroalimentar un programa académico en pro de la mejora continua para estar al servicio de la comunidad empresarial y académica.

2. Metodología

El análisis de la incorporación del programa Ingeniería Electrónica de la Universidad del Quindío en las olas de innovación tecnológica debe abordarse desde la administración de su Proyecto Educativo de Programa (PEP) (Electrónica, 2016) debido al antecedente histórico que soporta el proyecto educativo en Ingeniería Electrónica respecto a la malla curricular CDIO, los perfiles de los graduados, los estándares CDIO y sus acciones estratégicas enfocadas en la docencia, investigación, extensión y proyección social. Para alcanzar este objetivo, se ha desarrollado una metodología basada en cuatros pasos fundamentales (Ver Figura 1), de acuerdo con (Granollers Saltiveri, 2004).

Figura 1
Metodología utilizada



Fuente: Elaboración propia

2.1. Búsqueda bibliográfica.

La búsqueda bibliográfica (Figura 2) se realizó como el punto inicial de dos frentes, el marco conceptual relacionado con la innovación tecnológica y el marco contextual, que concluirían con una estrategia para definir el punto de partida para un modelo de análisis.

Figura 2
Búsqueda bibliográfica



Fuente: Elaboración propia

El marco contextual comienza con información relacionada con la naturaleza de los programas académicos en Colombia acerca de sus orígenes (Arango, 2005), lo cual brinda datos relevantes para soportar los conceptos que rodean los elementos de un proyecto educativo de programa. Adicionalmente, se indaga acerca de la situación actual de los programas de Ingeniería Electrónica y de sus graduados en Colombia; este estudio realizado por ACIEM y el Consejo Profesional de Ingenierías ofrece una información valiosa acerca de coberturas, graduados por año y situación laboral, en la que se hace énfasis en los sectores donde existe una tendencia de la política del gobierno en la generación de empleo en el sector TIC; esto se considera un aporte importante porque genera insumos del entorno para buscar análisis de un programa académico en profundizar en pensamientos como la innovación tecnológica para generar oportunidades en miembros de su comunidad académica (profesores, estudiantes y graduados).

El marco conceptual inició con búsqueda de información referente a la innovación tecnológica y su relación con la economía con énfasis en aportes realizados por diversos autores, entre los que se resalta Cisne Nieto (Neto Cisne, 2011) con su relación entre la gestión de conocimiento como punto de partida en la generación de información para apoyar la creatividad y por ende la innovación como la aplicación de esta para la concepción de productos y servicios. Así mismo, García (García, 2010) en su trabajo propone una relación entre la gestión social, ambiental y económica para adecuada gestión de productos, lo cual es muy importante porque muestra una relación directa de la sostenibilidad con la generación adecuada de productos y servicios. Finalmente, es importante el análisis de ciclos económicos u olas de innovación tecnológica, en el que partiendo del análisis de autores como Kondratiev y Schumpeter se han definido cinco olas que han apoyado el desarrollo económico de los países y regiones. Actualmente, la sexta ola se presenta como el actual ciclo económico según Moody (Moody & Nograd, 2010), con un énfasis fuerte en la sostenibilidad aplicada en disciplinas como la química verde, diseño holístico, energías renovables, entre otros, para fomentar el desarrollo de las regiones. Esta información apoya un pensamiento de la sexta ola a través cinco grandes ideas:

- El reciclaje como oportunidad: La búsqueda de residuos en un sistema genera oportunidades porque vivimos en un mundo de recursos limitados.
- Vender el servicio no el producto: Es más importante el cambio hacia el servicio para consumir de manera sostenible.
- Converge lo natural con lo digital: Los dispositivos comparten información y no solo se limitan a realizar funciones individuales.
- Los bits son globales lo átomos son locales: Los negocios se deciden según el tamaño del mercado, el mercado del tangible lleva un pensamiento local, los intangibles se conectan generando información generando un pensamiento global para vender, abriendo camino a la concepción de servicios.
- En caso de duda observar la naturaleza: La naturaleza nos enseña estrategias que han llevado a la evolución desde hace millones de años en la productividad del uso de recursos limitados.

Realizando un cruce entre los marcos según la figura 2, se obtiene una estrategia soportada

con la sostenibilidad como alternativa de equilibrio entre el uso de los recursos y el desarrollo económico, donde se combina la productividad (eficacia y eficiencia) en el uso de los recursos (dinero, recurso humano, procesos, gestión de recursos), con la sostenibilidad como pilar para aplicar una productividad coherente con un mundo con recursos limitados, como se observa en la Figura 3.

Figura 3
Estrategia soportada
en la sostenibilidad



Fuente: Elaboración propia

Esta será fundamental para la segunda etapa donde se analizará la inserción del programa de Ingeniería Electrónica en la sexta ola de innovación tecnológica a través de un modelo con base en la gestión de proyectos y el análisis formal de conceptos, para ello se requerirán unas disciplinas marco para cada idea de soporte del pensamiento de la sexta ola como se observa en la Figura 4.

Figura 4
Ideas de la sexta ola
de innovación tecnológica



Fuente: Elaboración propia

Estas disciplinas y conocimientos de soporte para las cinco ideas son:

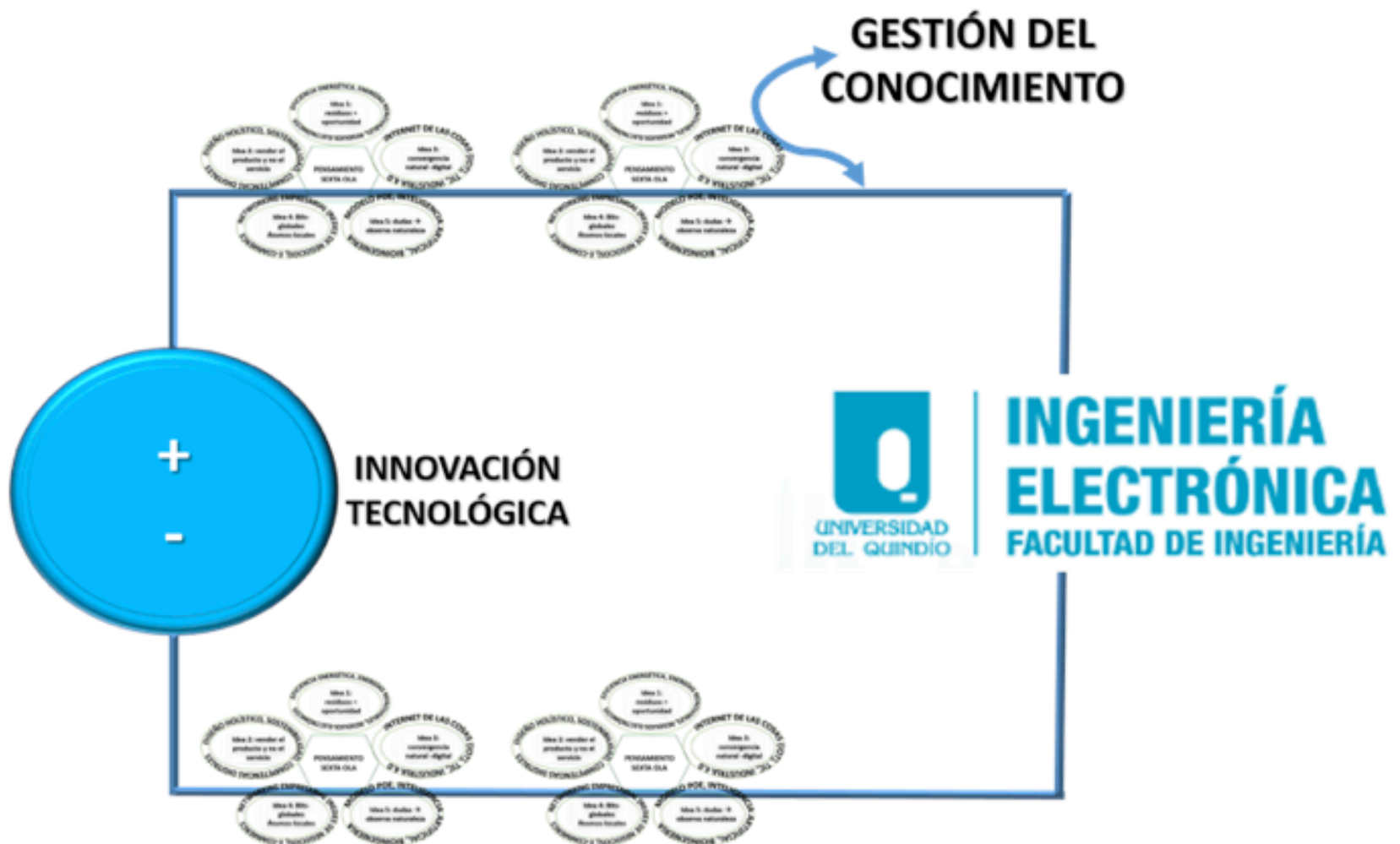
- Idea 1 (Eficiencia energética(UPME- Grupo de Eficiencia Energética & Demanda, 2014), Energías renovables (Ministerio de Minas y Energía, 2010), Residuos Electrónicos (Comité Nacional de Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (RAEE), 2017))
- Idea 2 (Diseño holístico (Chaur Bernal, 2005), Sostenibilidad (Garcia, 2010), Competencias Digitales (Vélez, 2014))
- Idea 3 (Internet de las cosas (IoT) (Martí, 2016), TIC (Paco Prieto, 2017), Industria 4.0 (DIN, 2016))
- Idea 4 (Networking empresarial (Universidad de Salamanca, 2017), E-Commerce (Kenneth C. Laudon & Traver, 2014))
- Idea 5 (Modelo POE (Triviño, 1999), Inteligencia artificial (Romero López, 2010), Bioingeniería (Hernández et al., 2004))

2.2. Modelo para analizar los datos según los soportes del marco teórico.

Se establecieron unos criterios fuertes que determinaron cual es la relación de estas disciplinas y conocimientos que enmarcan las ideas de la sexta ola con el programa de Ingeniería Electrónica, el cual representa el punto focal. Para establecer el contexto del análisis utilizamos la teoría básica de un circuito eléctrico (Alexander & Matthew, 2013) donde la gestión del conocimiento representará los hilos conductores de una fuente de energía, la innovación tecnológica será la fuente que alimenta el mundo (sector industrial agroindustrial, salud, educación, sector servicios), y el pensamiento de la sexta ola será la energía que alimenta la red como se observa en la Figura 5.

Figura 5

Analogía de la innovación tecnológica, la sexta ola, la gestión del conocimiento y el programa de Ingeniería Electrónica como elementos de un circuito eléctrico

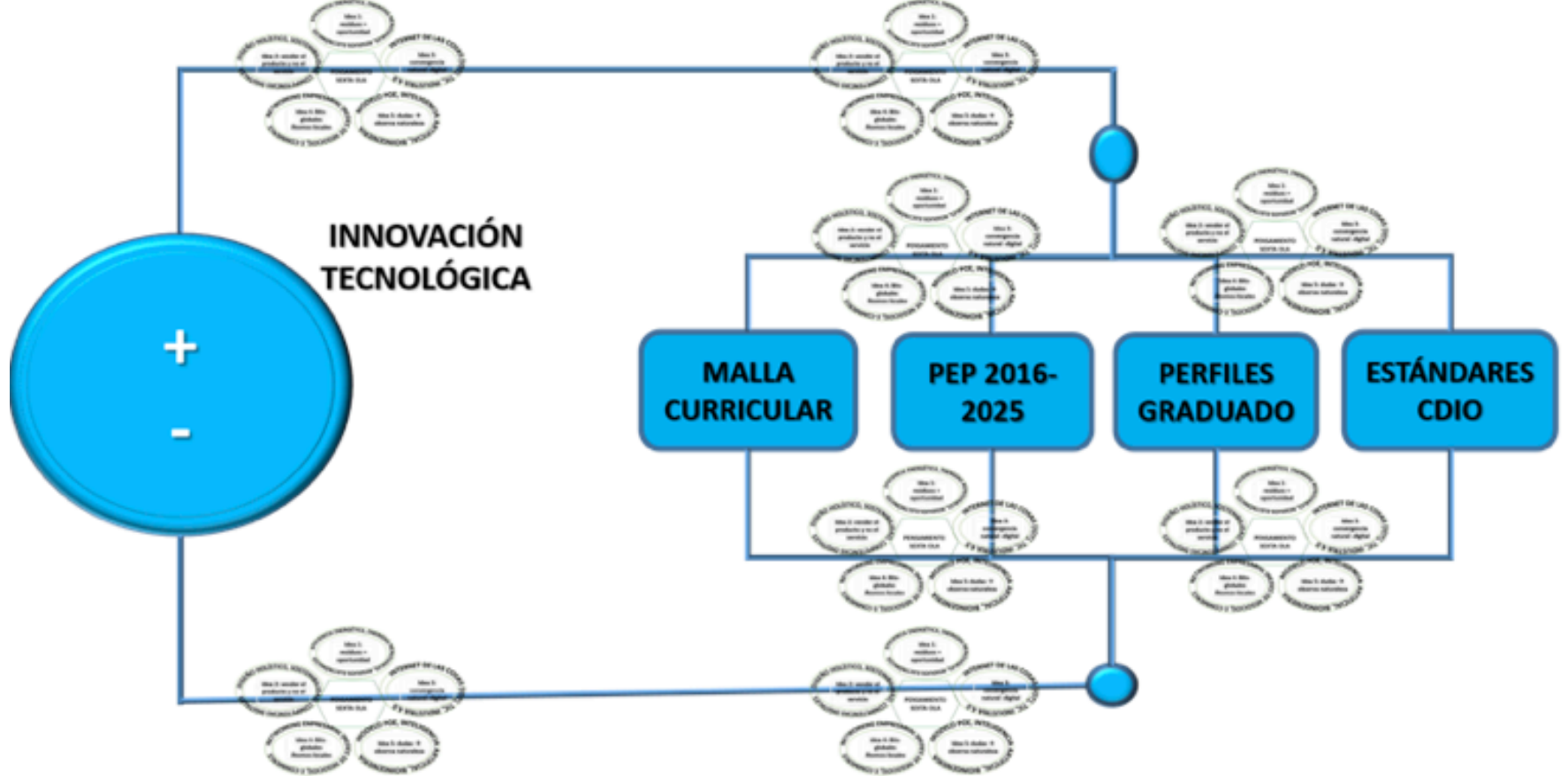


Fuente: Elaboración propia

Se encontraron elementos del programa Ingeniería Electrónica como elemento pasivo (requiere abastecerse de energía). Para ello se utilizan las características más importantes del PEP soportadas en los conocimientos desarrollados en el marco contextual especificando un contexto que se utilizará en el modelo de análisis como se observa en la Figura 6.

Figura 6

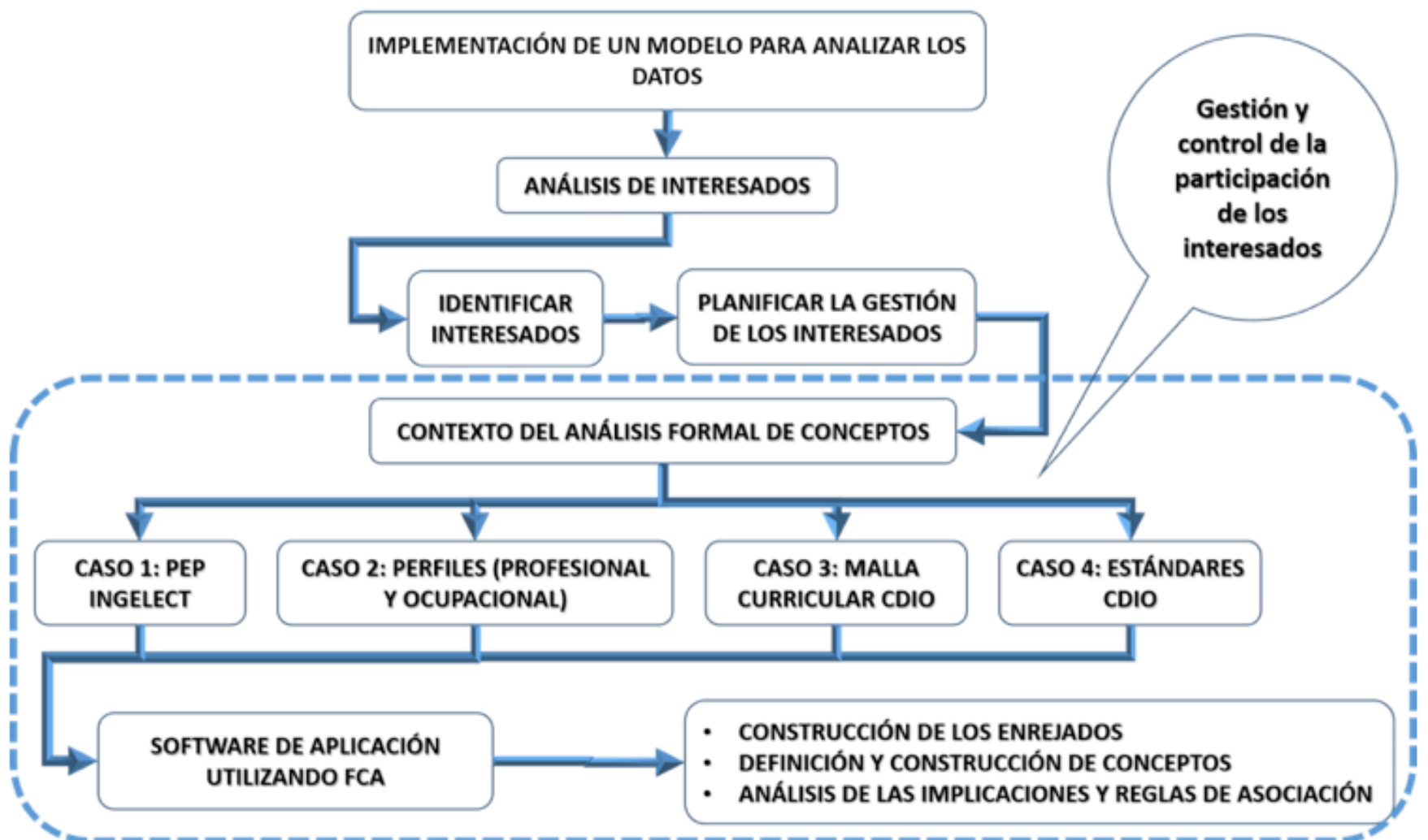
Contexto del programa de Ingeniería Electrónica de la Universidad del Quindío



Fuente: Elaboración propia

Para analizar los datos se requiere conocer inicialmente en detalle cuales son los actores más interesados de la comunidad académica del programa de Ingeniería Electrónica en determinar relaciones existentes entre el contexto del programa y la sexta ola, en consecuencia, se apoyó esta parte en la guía del PMBOK® utilizando la gestión de interesados. En la **Figura 7** se observan los pasos realizados para este fin.

Figura 7
Modelo para
analizar los datos



Fuente: elaboración Propia

La elección de los interesados estuvo enmarcada en una ponderación basada en la matriz de poder/interés y el organigrama del programa de Ingeniería Electrónica establecida en su PEP(Electrónica, 2016), considerando los siguientes criterios para la ponderación de los mismos.

Poder: (Califique de 1=BAJO hasta 5=ALTO) Nivel de autoridad o capacidad para influir en cambios a las variables críticas del programa de Ingeniería Electrónica (consejo de facultad, consejo curricular, dirección de programa, claustro profesoral, etc.).

Interés: (Califique de 1=BAJO hasta 5=ALTO) Nivel de preocupación con respecto a los resultados del proyecto.

Tabla 1
Ponderación poder/interés
programa de Ingeniería Electrónica

| NIVEL AUTORIDAD | VALORACIÓN PODER | VALORACIÓN INTERÉS |
|-------------------------------------|-------------------------|---------------------------|
| Consejo Facultad | 5 | 5 |
| Consejo curricular | 5 | 5 |
| director de Programa | 5 | 5 |
| comité autoevaluación | 4 | 5 |
| comité trabajos de grado | 3 | 3 |
| comité desarrollo curricular | 4 | 4 |
| Claustro profesoral | 2 | 4 |
| rama estudiantil IEEE | 2 | 4 |
| AFE2 | 2 | 4 |
| Líderes grupos de Investigación | 2 | 3 |
| asesor relación con graduados | 2 | 3 |
| asesor Extensión social | 2 | 4 |
| asesor comunicaciones | 2 | 4 |
| personal administrativo y logística | 1 | 3 |
| Auxiliares administrativos | 1 | 2 |
| Auxiliares autoevaluación | 1 | 2 |
| Auxiliares docencia | 1 | 2 |

Fuente elaboración propia

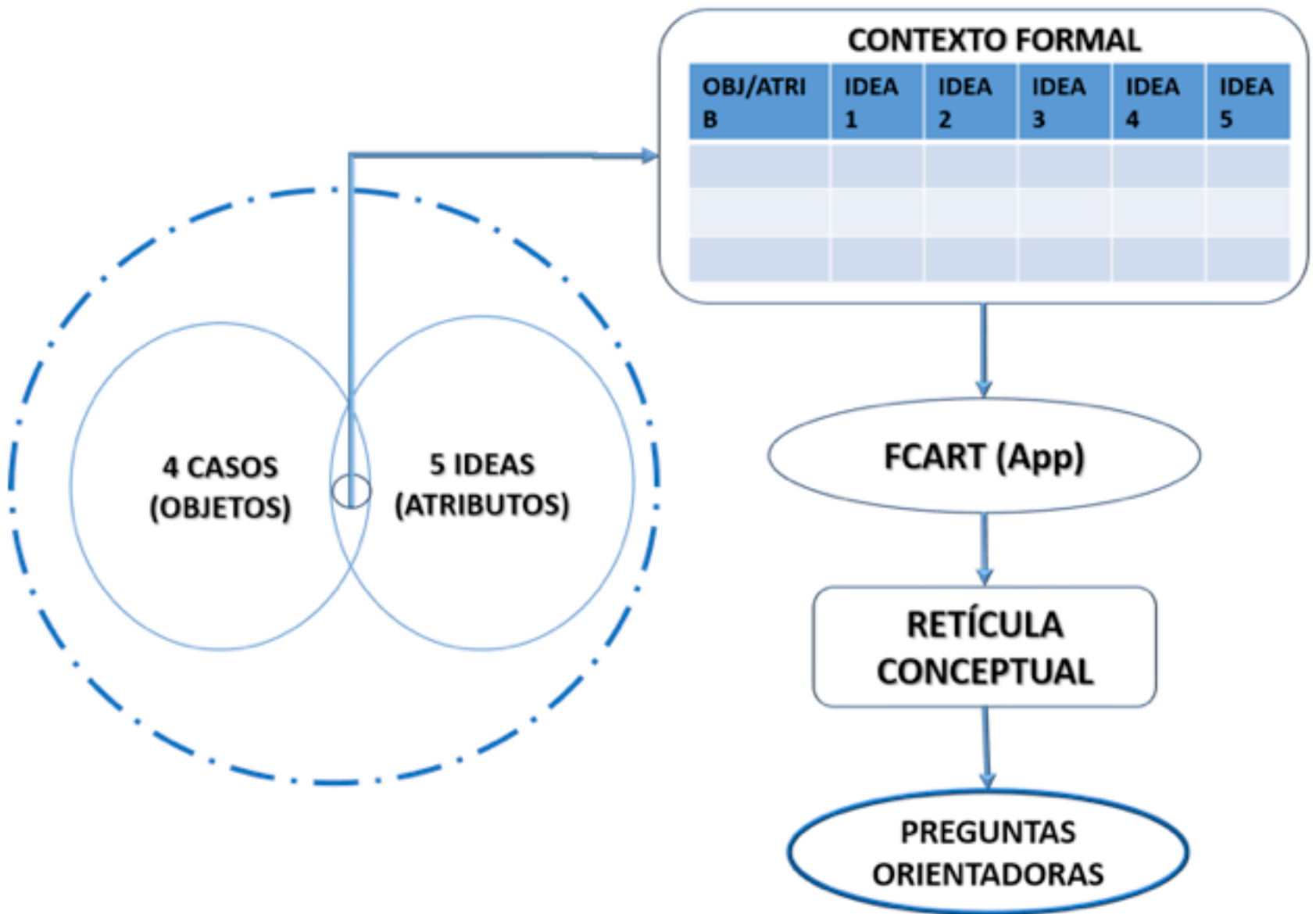
Es posible determinar unas características de representantes de los siguientes órganos representativos por su poder e interés, para gestionar su participación en el contexto del análisis formal de conceptos:

- Consejo de facultad: importante esté interesado de Ingeniería Electrónica por ser miembro del consejo de facultad el consejo profesional de Ingeniería del Quindío.
- Consejo curricular: importante por encontrarse en un órgano del programa donde se toman decisiones académicas y administrativas.
- Director de programa: Importante por su rol gerencial en el programa.

- Comité de autoevaluación: importante por ser un comité de apoyo y de inspección de los procesos académicos y administrativos del programa.
- Comité de desarrollo curricular: importante por ser un comité encargado de implementar el marco de referencia CDIO en el currículo, así como la interacción de la comunidad académica en el mismo.
- Estudiantes: Son la base de un programa académico.

Para la planificación de la gestión los interesados en el análisis de datos se realizaron inicialmente la adaptación de las variables descritas en un modelo de análisis como el Análisis Formal de Conceptos (FCA). Este modelo se basa en una relación entre el conjunto de objetos que pertenecen a un concepto (extensión) y los atributos compartidos por ellos (intención). Se determinan para cuatro casos unos objetos específicos, estos serán elementos del PEP como las acciones estratégicas y directrices, los perfiles de los graduados y los estándares CDIO (Conceiving, Designing, Implementing, Operating) y sus atributos son cinco ideas (reciclaje, concepción de servicios, convergencia, átomos y bits, observar la naturaleza) de soporte enmarcado en la estrategia de sostenibilidad de la sexta ola "Acoplamiento entre el desarrollo económico y el uso de los recursos". La meta principal será obtener reglas de asociación (implicaciones y asociaciones) para determinar la incorporación del programa en las olas de innovación tecnológica para un posterior análisis de resultados. Con esta información organizada se procede a realizar tablas para construir los contextos formales para cada uno de los casos con unas preguntas orientadoras y los interesados relacionados para cada uno de los casos. Este procedimiento se observa en la **Figura 8** y es el método usado para controlar la participación de los interesados.

Figura 8
Método para la gestión y participación de los interesados



Fuente: elaboración propia

2.3. Consolidado de resultados.

Se realizó un análisis con cuatro casos generándose grandes construcciones de conceptos y enrejados (*lattices*) a través de conectores. Guiados por una serie de preguntas orientadoras para llevar cada objeto a una revisión de la existencia de una relación con cada atributo.

Cada interesado diligenció las tablas asignadas soportadas en el modelo de la **Figura 8** . Luego, se realizó con la función piso (Moreno, 2009), para soportar la asignación del número real más entero, un cruce de tablas con cada interesado y la determinación si el 50% o más de las relaciones binarias existían para determinar una relación entre el objeto y los atributos para obtener un resultado final que determinará la inserción de Ingeniería Electrónica en la sexta ola. Finalmente, se utilizaron las reglas que presentan más soporte porque el número de objetos que cumplen lo establecido en los antecedentes (A), así mismo, la confianza es el porcentaje de esos objetos que cumplen los antecedentes que también cumplen los consecuentes (C) (Huchard, 2014). De este proceso se obtuvieron reglas de asociación, que se interpretan de la siguiente manera: un conjunto $A \rightarrow C$ con un soporte del 10% y una confianza del 40%, significa que cuando A aparece, el 60% de las veces C también aparece; además, que A y C están apareciendo juntos en el 3% de los casos.

2.4. Análisis de resultados

El análisis de resultados entrelazó los datos y resultados que se encontraron en la etapa anterior con información de la base teórica y contextual. Para ello, se analizaron las reglas de asociación y las tablas de relación para encontrar las ideas que más relación tiene con los objetos de los cinco casos modelados, construyendo para cada caso unas reglas de asociación con interpretación en los conceptos desarrollados.

3. Resultados y discusiones

Para la obtención de los resultados se utilizó MS Excel para aplicar la función piso por cada caso, allí se diligenciaron las tablas con los contextos formales en los que se utilizó el software FCART (Kuznetsov Sergei, 2017) de *University Higher School of Economics* de Moscú para realizar análisis formal de conceptos, donde se encontraron importantes conceptos en cinco casos.

3.1. Caso 1: PEP (directrices y acciones estratégicas)

En este contexto formal (**Tabla 2**) se utilizó una relación binaria entre las acciones estratégicas del PEP y las 5 ideas de la sexta ola, donde inició con el diligenciamiento individual de cada interesado consultado en este caso. Utilizando el criterio de la función piso según la ecuación:

Se estableció un criterio de la existencia de una relación entre cada objeto y atributo de los 5 interesados como mínimo en un 50%, es decir, "Si existe una relación entre un objeto y dos o más características de una idea (atributo) en cada tabla del interesado, entonces existe una relación, en caso contrario no existe". La consecuencia de la aplicación de este criterio es el contexto formal representado en una tabla (**Tabla 3**) el cual arroja unas reglas de asociación interpretadas en tablas y un diagrama de enrejados (Figura 9) por medio del software FCART. Utilizaremos las tablas en los demás casos para interpretaciones.

Tabla 2
Contexto formal caso 1.

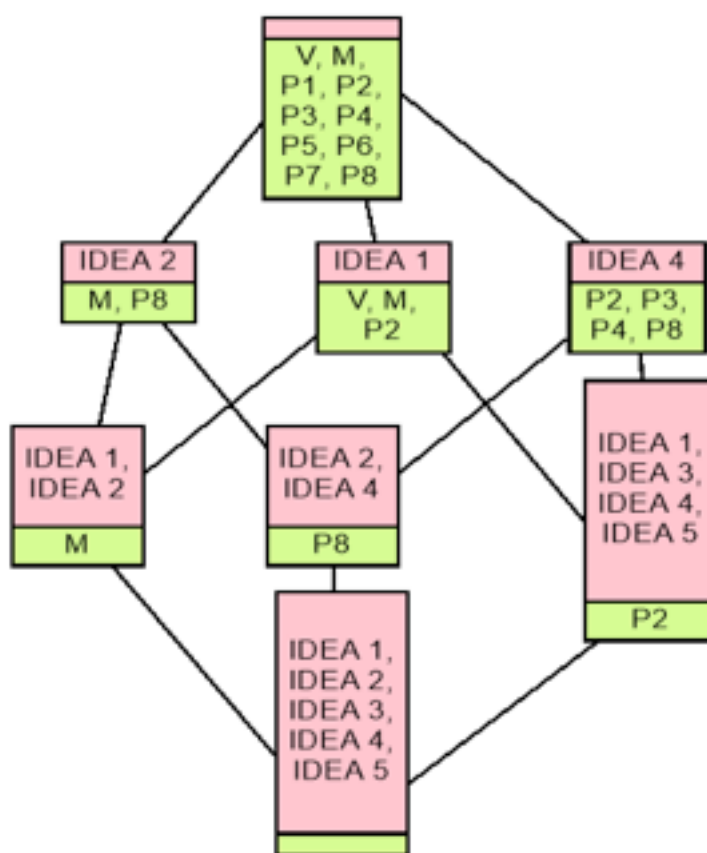
| <i>PEP (acciones estratégicas y directrices)</i> | IDEA 1 | IDEA 2 | IDEA 3 | IDEA 4 | IDEA 5 |
|---|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| V | X | | | X | |
| M | X | X | | X | X |
| P1 | | | | | |
| P2 | X | | X | X | X |
| P3 | | | | X | |
| | | | | | |

| | | | | | |
|-----------|--|---|--|---|--|
| P4 | | | | x | |
| P5 | | | | | |
| P6 | | | | | |
| P7 | | | | | |
| P8 | | x | | X | |

Fuente elaboración propia

Figura 9

Diagrama de enrejados para el caso 1



Las reglas de asociación más importantes fueron las que presentaban alto soporte encontrándose en este caso:

Tabla 3

Reglas de asociación e interpretación caso 1.

| Reglas de asociación | soporte | confianza | interpretación |
|----------------------|---------|-----------|--|
| {1, 4} -> {1, 4, 5} | 20% | 67% | El 67% de las acciones estratégicas y las directrices del PEP interactúa con las ideas 1 y 4; sin embargo, el 20% lo hace con la idea 5. |
| {1, 5} -> {1, 3, 5} | 20% | 67% | El 67% de las acciones estratégicas y las directrices del PEP interactúa con las ideas 1 y 5; sin embargo, el 20% lo hace con la idea 3. |
| {1, 5} -> {1, 4, 5} | 20% | 67% | El 67% de las acciones estratégicas y las directrices del PEP interactúa con las ideas 1 y 5; sin embargo, el 20% lo hace con la idea 4. |

Fuente: FCART

En este contexto formal se obtuvo la siguiente información acerca de las relaciones entre variables (objetos y atributos):

Tabla 4
Relaciones en el contexto de las acciones
estrategias y directrices del PEP.

| articulación e integración curricular | idea 1 | idea 2 | idea 3 | idea 4 | idea 5 |
|---|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| ¿Cuántas variables no fueron relacionadas en el contexto? | 31 | 25 | 31 | 15 | 29 |
| ¿Cuántas variables fueron relacionadas en el contexto? | 19 | 25 | 19 | 35 | 21 |
| total de relaciones contextos | 50 | | | | |

Fuente elaboración propia.

3.2. Caso 2: malla curricular

En este contexto formal (**Tabla 5**) se utilizó una relación binaria entre los núcleos de formación de la malla curricular CDIO (Electrónica, 2016) y las 5 ideas de la sexta ola, donde inició con el diligenciamiento individual de cada interesado consultado en este caso. Utilizando el criterio de la función piso según la ecuación:

Se estableció un criterio de la existencia de una relación entre cada objeto y atributo de los 4 interesados como mínimo en un 50%, este criterio se utilizó para determinar un contexto global de las relaciones entre cada núcleo y las ideas como atributos.

Tabla 5
Contexto formal caso 2.

| articulación e integración curricular | idea 1 | idea 2 | idea 3 | idea 4 | idea 5 |
|--|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| NFG | | | | X | |
| NFP | | | | | |
| NFP | | | | | |
| CDIO | X | X | X | X | X |
| NBIE | | | | | |
| NE | X | X | | | |
| NSD | X | X | X | | |
| NAC | X | X | X | | X |
| NT | X | | X | | |
| P | | X | X | | X |
| EP | X | X | | | |
| | | | | | |

| | | | | | |
|----|---|---|---|---|---|
| NA | | X | | X | |
| TG | X | X | X | X | X |

Fuente elaboración propia

Las reglas de asociación (**Tabla 6**) más importantes fueron las que presentaban alto soporte encontrándose en este caso:

Tabla 6
Reglas de asociación e interpretación caso 2

| Reglas de asociación | soporte | confianza | interpretación |
|---------------------------|---------|-----------|---|
| {1, 2, 3} -> {1, 2, 3, 5} | 15% | 56% | El 56% de los espacios académicos interactúan con las ideas 1, 2 y 3; sin embargo, el 15% lo hace además con la idea 5. |
| {1, 2, 5} -> {1, 2, 3, 5} | 15% | 90% | El 90% de los espacios académicos interactúan con las ideas 1, 2 y 5; sin embargo, el 15% lo hace además con la idea 3. |
| {2, 3, 5} -> {1, 2, 3, 5} | 15% | 77% | El 77% de los espacios académicos interactúan con las ideas 2, 3 y 5; sin embargo, el 15% lo hace además con la idea 1. |
| {2, 3} -> {2, 3, 5} | 20% | 62% | El 62% de los espacios académicos interactúan con las ideas 2 Y 3; sin embargo, el 20% lo hace además con la idea 5. |

Fuente elaboración propia

En este contexto formal se obtuvo la siguiente información (**Tabla 7**) acerca de las relaciones entre variables (objetos y atributos):

Tabla 7
Relaciones en el contexto de la malla curricular CDIO

| articulación e integración curricular | idea 1 | idea 2 | idea 3 | idea 4 | idea 5 |
|---|--------|--------|--------|--------|--------|
| ¿Cuántas variables no fueron relacionadas en el contexto? | 170 | 152 | 168 | 209 | 202 |
| ¿Cuántas variables fueron relacionadas en el contexto? | 94 | 112 | 96 | 55 | 62 |
| total de relaciones contextos | 264 | | | | |

Fuente elaboración propia.

3.3. Caso 3: perfil profesional

En este contexto formal (**Tabla 8**) se utilizó una relación binaria entre los conocimientos y las competencias del perfil profesional del graduado (Electrónica, 2016) y las 5 ideas de la sexta ola, donde inició con el diligenciamiento individual de cada interesado consultado en este caso. Utilizando el criterio de la función piso con el mismo soporte de caso 2. Se estableció un criterio de la existencia de una relación entre cada objeto y atributo de los 4 interesados como mínimo en un 50%, este criterio se utilizó para determinar un contexto global de las relaciones entre cada núcleo y las ideas como atributos.

Tabla 8
Contexto formal caso 3

| <i>perfil profesional</i> | idea 1 | idea 2 | idea 3 | idea 4 | idea 5 |
|---------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|
| K1 | x | | x | x | x |
| K2 | | | x | x | x |
| K3 | | | x | x | x |
| K4 | x | x | x | x | x |
| K5 | x | | x | x | x |
| K6 | | x | x | x | x |
| C1 | x | x | x | x | x |
| C2 | x | x | x | x | x |
| C3 | | x | x | x | |
| C4 | x | x | x | x | x |
| C5 | x | | | x | |
| C6 | x | | x | x | x |
| C7 | x | x | x | x | |
| C8 | x | | x | x | x |
| C9 | x | | x | x | x |

Fuente elaboración propia

Las reglas de asociación (**Tabla 9**) más importantes fueron las que presentaban alto soporte encontrándose en este caso:

Tabla 9
Reglas de asociación
e interpretación caso 3

| reglas de asociación | soporte | confianza | interpretación |
|----------------------|---------|-----------|--|
| | | | Cuando los conocimientos del ingeniero Electrónico se perfilan |

| | | | |
|---------------------------------|-----|-----|---|
| {1, 2, 3, 4} -> {1, 2, 3, 4, 5} | 27% | 80% | sobre las ideas 1, 2, 3 y 4, el 27% de las veces lo hará también sobre la idea 5. El 80% de las capacidades que define el perfil profesional del Ingeniero electrónico se dirigen sobre la totalidad de las ideas. |
| {1, 3, 4} -> {1, 3, 4, 5} | 53% | 89% | Cuando los conocimientos del Ingeniero Electrónico se perfilan sobre las ideas 1, 3 y 4, el 53% de los casos lo hará también sobre la idea 5. El 89% de las capacidades que define el perfil profesional del Ingeniero Electrónico se dirigen sobre la totalidad de las ideas. |
| {2, 3, 4, 5} -> {1, 2, 3, 4, 5} | 27% | 80% | Cuando los conocimientos del Ingeniero Electrónico se perfilan sobre las ideas 2, 3, 4 y 5, el 27% de los casos lo hará también sobre la idea 1. El 80% de las capacidades que define el perfil profesional del Ingeniero Electrónico se dirigen sobre la totalidad de las ideas. |

Fuente elaboración propia

En este contexto formal se obtuvo la siguiente información (**Tabla 10**) acerca de las relaciones entre variables (objetos y atributos):

Tabla 10
Relaciones en el contexto del perfil profesional

| perfil profesional | idea 1 | idea 2 | idea 3 | idea 4 | idea 5 |
|---|--------|--------|--------|--------|--------|
| ¿Cuántas variables no fueron relacionadas en el contexto? | 40 | 44 | 34 | 30 | 42 |
| ¿Cuántas variables fueron relacionadas en el contexto? | 20 | 16 | 26 | 30 | 18 |
| total de relaciones contextos | 60 | | | | |

Fuente elaboración propia

3.4. Caso 4: perfil ocupacional

En este contexto formal (**Tabla 11**) se utilizó una relación binaria entre los desempeños y los cargos del perfil ocupacional del graduado (Electrónica, 2016) y las 5 ideas de la sexta ola, donde inició con el diligenciamiento individual de cada interesado consultado en este caso. Utilizando el criterio de la función piso con el mismo soporte de caso 2. Se estableció un criterio de la existencia de una relación entre cada objeto y atributo de los 4 interesados como mínimo en un 50%, este criterio se utilizó para determinar un contexto global de las relaciones entre cada núcleo y las ideas como atributos.

Tabla 11

| perfil ocupacional graduados ingelect | idea 1 | idea 2 | idea 3 | idea 4 | idea 5 |
|--|-------------------|---------------|-------------------|-------------------|---------------|
| D1 | X | x | x | X | x |
| D2 | X | x | x | X | x |
| D3 | X | x | x | | x |
| D4 | X | x | x | X | x |
| D5 | X | | x | X | x |
| D6 | X | x | | X | x |
| D7 | X | x | x | X | x |
| D8 | X | x | x | X | x |
| C1 | | x | | X | x |
| C2 | | x | x | X | |
| C3 | X | x | | x | x |
| C4 | X | x | x | x | x |
| C5 | X | x | | x | x |

Fuente elaboración propia

Las reglas de asociación (**Tabla 12**) más importantes fueron las que presentaban alto soporte encontrándose en este caso:

Tabla 12
Reglas de asociación e
interpretación caso 4

| reglas de asociación | soporte | confianza | Interpretación |
|------------------------------------|----------------|------------------|--|
| {1, 2, 3, 5} -> {1, 2, 3, 4, 5} | 46% | 85% | Quando el desempeño del ingeniero electrónico se perfila sobre las ideas 1, 2, 3 y 5, el 85% de las veces lo hará también sobre la idea 4. El 46% de los cargos que define el perfil ocupacional del Ingeniero electrónico se dirigen sobre la totalidad de las ideas. |
| {1, 2, 4, 5} -> {1, 2, 3, 4, 5} | 46% | 67% | Quando el desempeño del ingeniero Electrónico se perfila sobre las ideas 1, 2, 3 y 5, el 46% de las veces lo hará también sobre la idea 4. El 85% de los cargos que define el perfil ocupacional del Ingeniero electrónico se dirigen sobre la totalidad de las ideas. |
| | | | Quando el desempeño del ingeniero Electrónico se |

| | | | |
|------------------------------------|-----|-----|--|
| {1, 3, 4, 5} -> {1, 2, 3, 4, 5} | 46% | 85% | perfila sobre las ideas 1, 3, 4 y 5, el 46% de las veces lo hará también sobre la idea 2. El 85% de los cargos que define el perfil ocupacional del Ingeniero electrónico se dirigen sobre la totalidad de las ideas. |
| {2, 3, 4} -> {1, 2, 3, 4, 5} | 46% | 85% | Cuando el desempeño del ingeniero Electrónico se perfila sobre las ideas 2, 3, y 4, el 46% de las veces lo hará también sobre las ideas 1 y 5. El 85% de los cargos que define el perfil ocupacional del Ingeniero electrónico se dirigen sobre la totalidad de las ideas. |

Fuente elaboración propia

En este contexto formal se obtuvo la siguiente información (**Tabla 13**) acerca de las relaciones entre variables (objetos y atributos):

Tabla 13
Relaciones en el contexto
del perfil profesional

| perfil ocupacional graduados ingelect | idea 1 | idea 2 | idea 3 | idea 4 | idea 5 |
|---|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| ¿Cuántas variables no fueron relacionadas en el contexto? | 26 | 27 | 30 | 23 | 28 |
| ¿Cuántas variables fueron relacionadas en el contexto? | 39 | 38 | 35 | 42 | 37 |
| total de relaciones contextos | 65 | | | | |

Fuente elaboración propia

3.4. Caso 5: estándares CDIO

En este contexto formal (**Tabla 14**) se utilizó una relación binaria entre los doce estándares del CDIO (Electrónica, 2016) y las 5 ideas de la sexta ola, donde inició con el diligenciamiento individual de cada interesado consultado en este caso. Utilizando el criterio de la función piso con el mismo soporte de caso 2. Se estableció un criterio de la existencia de una relación entre cada objeto y atributo de los 2 interesados como mínimo en un 50%, este criterio se utilizó para determinar un contexto global de las relaciones entre cada núcleo y las ideas como atributos.

Tabla 14
Contexto formal
caso 5

| estándares CDIO | idea 1 | idea 2 | idea 3 | idea 4 | idea 5 |
|------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| E1 | X | X | X | X | |
| E2 | | X | X | X | X |
| E3 | | X | X | X | X |
| E4 | | | | | |
| | | | | | |

| | | | | | |
|------------|---|---|---|---|---|
| E5 | X | X | X | X | X |
| E6 | X | X | X | X | X |
| E7 | X | X | X | X | X |
| E8 | X | X | X | X | X |
| E9 | X | X | X | X | X |
| E10 | | X | X | X | X |
| E11 | X | X | X | | X |
| E12 | | | X | | X |

Fuente elaboración propia

Las reglas de asociación (**Tabla 15**) más importantes fueron las que presentaban alto soporte encontrándose en este caso:

Tabla 15
Reglas de asociación
e interpretación caso 5

| reglas de asociación | soporte | confianza | interpretación |
|--|----------------|------------------|---|
| {1, 2, 3, 4} - > {1, 2, 3, 4, 5} | 33% | 80% | Cuando los estándares CDIO se perfilan sobre las ideas 1, 2, 3 y 4, el 80% de las veces lo hará también sobre la idea 5. El 33% de los estándares que conforman el marco de referencia CDIO se dirigen sobre la totalidad de las ideas. |
| {1, 2, 3, 5} - > {1, 2, 3, 4, 5} | 33% | 80% | Cuando los estándares CDIO se perfilan sobre las ideas 1, 2, 3 y 5, el 80% de las veces lo hará también sobre la idea 4. El 33% de los estándares que conforman el marco de referencia CDIO se dirigen sobre la totalidad de las ideas. |
| {1, 3, 4, 5} - > {1, 2, 3, 4, 5} | 33% | 80% | Cuando los estándares CDIO se perfilan sobre las ideas 1, 3, 4 y 5, el 80% de las veces lo hará también sobre la idea 2. El 33% de los estándares que conforman el marco de referencia CDIO se dirigen sobre la totalidad de las ideas. |
| {2, 3, 4, 5} - > {1, 2, 3, 4, 5} | 33% | 80% | Cuando los estándares CDIO se perfilan sobre las ideas 2, 3, 4 y 5, el 80% de las veces lo hará también sobre la idea 1. El 33% de los estándares que conforman el marco de referencia CDIO se dirigen sobre la totalidad de las ideas. |

Fuente elaboración propia

En este contexto formal se obtuvo la siguiente información (**Tabla 16**) acerca de las

relaciones entre variables (objetos y atributos):

Tabla 16
Relaciones en el contexto
de los estándares CDIO.

| Estándares CDIO | idea 1 | idea 2 | idea 3 | idea 4 | idea 5 |
|---|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| ¿Cuántas variables no fueron relacionadas en el contexto? | 16 | 12 | 9 | 12 | 14 |
| ¿Cuántas variables fueron relacionadas en el contexto? | 8 | 12 | 15 | 12 | 10 |
| total de relaciones contextos | 24 | | | | |

Fuente elaboración propia

4. Conclusiones

4.1. Caso 1: acciones estrategias y directrices del PEP

De acuerdo con las reglas de asociación obtenidas mediante el análisis FCA, la idea que más se relaciona con las acciones estrategias y las directrices es la idea 4, esta idea presenta un énfasis en los negocios electrónicos y la integración de la comunidad académica del programa Ingeniería Electrónica con el sector público y privado, por otra parte la idea 1 ofrece oportunidades para seguir creciendo en formación to en desarrollo científico clave de la sostenibilidad con las energías renovables, la eficiencia energético y con miras a planificar estrategias que se relacionen con un problema directo como la gestión de residuos eléctricos y electrónicos.

Las directrices y acciones estratégicas del programa de ingeniería electrónica muestran una alineación de un 48% con el entorno tecnológico y las acciones estratégicas que se encuentran planteadas en el proyecto educativo de programa; esto sin dejar a un lado que se encuentra implícita una relación del programa con las políticas de la Universidad del Quindío que buscan fomento de oportunidades para estudiantes, profesores y graduados por medio de la extensión, la investigación con proyecciones sociales a la comunidad local y global.

4.2. Caso 2: Malla curricular CDIO

De acuerdo con las reglas de asociación obtenidas mediante el análisis FCA, la idea que más se relaciona con los núcleos de la malla curricular es la idea 2, mostrando un énfasis del CDIO el cual se debe analizar desde los comités curriculares y de autoevaluación del programa: La sostenibilidad como base en la concepción de servicios. Este resultado ofrece una estrategia de soporte para la extensión en general del programa: la combinación de desarrollo tecnológico y el énfasis de sostenibilidad que soportan la sexta ola de innovación tecnológica.

La malla curricular a través de la idea 2 muestra un énfasis con la sostenibilidad en un 42%, revelando un camino para ofrecer valor agregado en la formación : el énfasis CDIO está relacionado directamente con la formación en diseño con pensamiento sistémico a través del uso eficiente de recursos (tangibles e intangibles) y la combinación de habilidades digitales para el trabajo multicultural e interdisciplinario, lo cual invita a conocer más la visión actual de la electrónica como ciencia e Ingeniería

4.3. Caso 3: perfil profesional

De acuerdo con las reglas de asociación obtenidas mediante el análisis FCA, la idea que más se relaciona con los conocimientos y competencias es la idea 4, el perfil profesional del Ingeniero Electrónico se encuentra inmerso en una relación con elementos de la innovación tecnológica.

El perfil profesional a través de la idea 4 muestra una relación de los conocimientos y competencias de los graduados con el entorno en un 50%, dejando posibilidades a la mejora en relacionar más a los estudiantes y profesores del programa con experiencias de graduados, visitas empresariales y la integración a través del networking en la generación de negocios y el fortalecimiento de la concepción de servicio a través de la red. Esto puede proyectar al programa al aprovechamiento de las redes nacionales e internacionales para fortalecer y realimentar la efectividad del perfil profesional que se está ofreciendo a la comunidad.

4.4. Caso 4: perfil ocupacional

De acuerdo con las reglas de asociación obtenidas mediante el análisis FCA, la idea que más se relaciona con los desempeños y cargos es la idea 4 (62%), mostrando una premisa básica de los perfiles que un programa debe ofrecer al público y la alienación entre el perfil ocupacional y el profesional. Además, la comunidad académica del programa de Ingeniería Electrónica en la Universidad del Quindío considera que los desempeños que ofrece la formación impartida y los cargos que pueden desempeñar tiene relación directa con elementos que las ideas pueden ofrecer para genera valor agregado al Ingeniero como el aprovechamiento de oportunidades por medio de ruedas de negocios con el networking y la concepción de productos y servicios a través del mercado electrónico.

4.5. Caso 5: estándares CDIO

De acuerdo con las reglas de asociación obtenidas mediante el análisis FCA, la idea que más se relaciona con los estándares CDIO es la idea 3 (63%), con una tendencia: el CDIO aplicado como insumo conceptual y pedagógico en Ingeniería electrónica presenta un enfoque exógeno para impulsar tendencias como el IoT a través de sus aplicaciones, la industria 4.0 y el uso de TIC como componentes para converger entre el mundo natural con el digital, entendiéndose la naturaleza como el modelo de sociedad en el que nos desenvolvemos.

4.6. Conclusiones finales

Se encuentra una inmersión del programa de Ingeniería Electrónica con las ideas de la sexta de innovación tecnológica en un 45%, mostrando un equilibrio entre la estrategia general del programa y las oportunidades del entorno. Así mismo, la idea 4 es la que se encuentra más relacionada con los objetos de los elementos del PEP en 3 de cinco casos (1, 3 y 4), reflejando un 80% de influencia del pensamiento de los negocios locales y globales en los elementos del programa como sus perfiles, la malla curricular y acciones estratégicas. El caso 2 presenta una fuerte influencia de la idea 2 relacionando la sostenibilidad con las bases pedagógicas y conceptuales del CDIO.

En el caso 5 del análisis de los estándares CDIO se evidencia una alineación entre la filosofía del CDIO con el pensamiento sistémico y la comprensión del mundo tecnológico y económico en el que vivimos a través de la idea 3, por medio del continuo aprendizaje e inserción de nuevas tendencias tecnológicas como el IOT, la industria 4,0 y las tendencias TIC.

Referencias bibliográficas

- Alexander, C., & Matthew, S. (2013). *Fundamentos de Circuitos Eléctricos*. (M. G. Hill, Ed.) (Quinta). Mexico D.F.
- Arango, D. S. (2005). Aproximación histórica a la Universidad Colombiana. *Revista Histórica de La Educación Latino Americana*, 99–136. Retrieved from <http://redalyc.uaemex.mx>
- C.D.I.O. (2015). CDIO: Una Nueva Visión para la Educación en Ingeniería — CDIO en Chile. Retrieved July 19, 2017, from <http://www.cdio.cl/cdio-a-new-vision-for-engineering-education>

Chaur Bernal, J. (2005). *Diseño conceptual de productos asistido por ordenador: Un estudio analítico sobre aplicaciones y definición de la estructura básica de un nuevo programa*. TDX (Tesis Doctorals en Xarxa). Universitat Politècnica de Catalunya. Retrieved from <http://www.tesisenred.net/handle/10803/6837>

Comité Nacional de Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (RAEE). (2017). Política nacional para la gestión integral de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE). ANDI. Retrieved from <http://www.andi.com.co/Ambiental/SiteAssets/Paginas/default/Proyecto de Política Nacional Integral Gestión RAEE.pdf>

DIN. (2016). Industry 4.0. Retrieved July 30, 2017, from <http://www.din.de/blob/65354/f5252239daa596d8c4d1f24b40e4486d/roadmap-i4-0-e-data.pdf>

Electrónica, U. del Q.-P. de I. (2016). *PROYECTO EDUCATIVO DE PROGRAMA PEP INGENIERÍA ELECTRÓNICA 2016-2025* (1st ed.). Armenia. Retrieved from https://www.uniquindio.edu.co/ingenieria_electronica/documentos.php?id=2034

García, E. (2010). *Desarrollo del modelo de sostenibilidad integrado (M.S.I) para la medida de la gestión sostenible de una industria de procesos: aplicación al sector de fabricación de neumáticos*. Universidad de Valladolid. Retrieved from <ftp://ftp.eresmas.net/Tesis final completa-1.pdf>

Granollers Saltiveri, T. (2004). *MPIu+a. una metodología que integra la ingeniería del software, la interacción persona-ordenador y la accesibilidad en el contexto de equipos de desarrollo multidisciplinares*. Universidad de Lleida. Retrieved from <http://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/8120/Tgsa1de5.pdf?sequence=1>

Hernández, M., Briceño, J. C., Nieto, E., Salazar, A., Silva, A. C., Tabima, D., ... Hernández, J. T. (2004). Relación Ingeniería, Biología y Medicina. *Redylac.Org*.

Huchard, M. (2014). Relational Concept Analysis (RCA). Retrieved from <http://grammarware.github.io/sattose/slides/Huchard.pdf>

Kenneth C. Laudon, & Traver, C. G. (2014). *E-commerce business. technology. society*. (Pearson, Ed.) (10th ed.).

Kuznetsov Sergei, A. L. (2017). Formal Concept Analysis Research Toolbox (FCART) — International Laboratory for Intelligent Systems and Structural Analysis — National Research University Higher School of Economics. Retrieved July 17, 2017, from https://cs.hse.ru/en/ai/issa/proj_fcarter

Martí, D. L. P. (2016). *Análisis de Casos de Estudio sobre Industria 4.0 y Clasificación según Sectores de Actividad y Departamentos Empresariales*. Universidad Politécnica de Valencia. Retrieved from <https://riunet.upv.es/handle/10251/70721>

Ministerio de Minas y Energía. (2010). Sistema de Información de Eficiencia Energética y Energías Alternativas > Home. Retrieved July 23, 2017, from <http://www.si3ea.gov.co/>

Moody, J., & Nogrady, B. (2010). La sexta ola de innovación tecnológica. Retrieved July 16, 2017, from http://sixthwave.org/?page_id=12

Moreno, D. (2009). La función piso. Retrieved September 27, 2017, from http://funcionpiso.blogspot.com.co/2009/05/funcion-piso_23.html

Neto Cisne, J. J. (2011). *Sistema regional de innovación en el contexto del desarrollo endógeno en Ceará, Brasil*. Universidad Autónoma de Madrid. Retrieved from https://repositorio.uam.es/bitstream/handle/10486/8584/46259_netto_cisne_jose_joaquim.pdf?sequence=1

Paco Prieto. (2017). Las TIC: un sector estratégico para un crecimiento económico sostenible. Retrieved July 30, 2017, from <http://www.pacoprieto.com/las-tic-un-sector-estrategico-para-un-crecimiento-economico-sostenible.html>

Romero López, O. J. (2010). *Arquitectura Híbrida para Sistemas Cognitivos Artificiales Con Comportamiento Emergente, Adaptativo y Auto-organizado*. Theses. Universidad Politécnica de Madrid. Retrieved from <http://oa.upm.es/5847/>

Triviño, J. E. O. (1999). Modelo POE en la simulación por computador de sistemas complejos. *La Informática y El Conocimiento. Revista Facultad de Medicina Universidad Nacional de Colombia*, 47, 160–162. Retrieved from

Universidad de Salamanca. (2017). El networking empresarial. Retrieved July 25, 2017, from <https://fundacion.usal.es/es/empresas-amigas/205-contenidos/actualidad/1163-el-networking-empresarial>

UPME- Grupo de Eficiencia Energética, & Demanda, S. de. (2014). Acciones Y Perspectivas En Eficiencia Energetica. In *UPME - Artículos* (p. 63).

Vélez, G. (2014). Cultura digital y transformación de las organizaciones 8. *RocaSalvatella*, 7–49. Retrieved from <http://www.rocasalvatella.com/es/8-competencias-digitales-para-el-exito-profesional>

1. Ingeniero Electrónico, Magister en Administración, profesor Asistente tiempo completo programa de Ingeniería Electrónica Universidad del Quindío, jaldana@uniquindio.edu.co

2. Ingeniero Electrónico, Phd en Ingeniería, profesor de carrera Asistente, programa de Ingeniería electrónica Universidad del Quindío, avera@uniquindio.edu.co

Revista ESPACIOS. ISSN 0798 1015
Vol. 40 (Nº 36) Año 2019

[\[Índice\]](#)

[En caso de encontrar algún error en este website favor enviar email a [webmaster](#)]