



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE INGENIERÍA EN SISTEMAS, ELECTRÓNICA E INDUSTRIAL

MAESTRÍA EN GESTIÓN DE BASES DE DATOS

**Tema: “LA SEMÁNTICA DE LOS DATOS ACADÉMICOS Y SU INCIDENCIA EN EL
INTERCAMBIO DE INFORMACIÓN ACADÉMICA DE LA ESPOCH”**

Trabajo de Investigación, previo a la obtención del Grado Académico de
Magister en Gestión de Bases de Datos

Autor: Ingeniero Jorge Ariel Menéndez Verdecia

Director: Ingeniero Jaime Bolívar Ruiz Banda, Magister

Ambato – Ecuador

2016

A la Unidad Académica de Titulación de la Facultad de Ingeniería en Sistemas,
Electrónica e Industrial

El Tribunal receptor del Trabajo de Investigación presidido por el Ingeniero, José Vicente Morales Lozada, Magister, e integrado por los señores Ingeniero, Edwin Hernando Buenaño Valencia, Magister, Ingeniero, David Omar Guevara Aulestia, Magister, Ingeniero, Franklin Oswaldo Mayorga Mayorga, Magister, designados por la Unidad Académica de Titulación de Posgrado de la Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial de la Universidad Técnica de Ambato, para receptor el Trabajo de Investigación con el tema: “LA SEMÁNTICA DE LOS DATOS ACADÉMICOS Y SU INCIDENCIA EN EL INTERCAMBIO DE INFORMACIÓN ACADÉMICA DE LA ESPOCH”, elaborado y presentado por el Ingeniero, Jorge Ariel Menéndez Verdecia, para optar por el Grado Académico de Magister en Gestión de Bases de Datos; una vez escuchada la defensa oral del Trabajo de Investigación el Tribunal aprueba y remite el trabajo para uso y custodia en las bibliotecas de la UTA.

Ing. José Vicente Morales Lozada, Mg.
Presidente del Tribunal

Ing. Edwin Hernando Buenaño Valencia, Mg.
Miembro del Tribunal

Ing. David Omar Guevara Aulestia, Mg.
Miembro del Tribunal

Ing. Franklin Oswaldo Mayorga Mayorga, Mg.
Miembro del Tribunal

AUTORÍA DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

La responsabilidad de las opiniones, comentarios y críticas emitidas en el Trabajo de Investigación presentado con el tema: “LA SEMÁNTICA DE LOS DATOS ACADÉMICOS Y SU INCIDENCIA EN EL INTERCAMBIO DE INFORMACIÓN ACADÉMICA DE LA ESPOCH”, le corresponde exclusivamente a: Ingeniero, Jorge Ariel Menéndez Verdecia, Autor(a) bajo la Dirección del Ingeniero, Jaime Bolívar Ruiz Banda, Magister, Director(a) del Trabajo de Investigación; y el patrimonio intelectual a la Universidad Técnica de Ambato.

Ingeniero, Jorge Ariel Menéndez Verdecia
c.c.1803689403
AUTOR

Ingeniero, Jaime Bolívar Ruiz Banda, Mg.
c.c. 1802376861
DIRECTOR

DERECHOS DE AUTOR

Autorizo a la Universidad Técnica de Ambato, para que el Trabajo de Investigación, sirva como un documento disponible para su lectura, consulta y procesos de investigación, según las normas de la Institución.

Cedo los Derechos de mi trabajo, con fines de difusión pública, además apruebo la reproducción de este, dentro de las regulaciones de la Universidad.

Ingeniero, Jorge Ariel Menéndez Verdecia
c.c. 1803689403

ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS

PORTADA.....	i
A LA UNIDAD ACADÉMICA DE TITULACIÓN DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA EN SISTEMAS, ELECTRÓNICA E INDUSTRIAL.....	¡Error!
Marcador no definido.	
AUTORÍA DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN	iii
DERECHOS DE AUTOR.....	iv
AGRADECIMIENTO.....	x
DEDICATORIA.....	xi
RESUMEN EJECUTIVO	xii
EXECUTIVE SUMMARY	xiv
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I	3
EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	3
1.1 Tema de Investigación	3
1.2 Planteamiento del Problema.....	3
1.2.1 Contextualización	3
1.2.2 Análisis crítico	4
1.2.3 Prognosis	5
1.2.4 Formulación del problema	5
1.2.5 Interrogantes	5
1.2.6 Delimitación del objeto de investigación.....	6
1.3 Justificación.....	6
1.4 Objetivos	7
1.4.1 Objetivo General	7
1.4.2 Objetivos Específicos.....	7
CAPÍTULO II	8
MARCO TEÓRICO.....	8
2.1 Antecedentes Investigativos.....	8
2.2 Fundamentación Filosófica.....	8
2.3 Fundamentación Legal	8

2.4	Categorías fundamentales	9
2.5	Hipótesis.....	11
2.6	Señalamiento de Variables.....	11
CAPÍTULO III		12
METODOLOGÍA.....		12
3.1	Enfoque	12
3.2	Modalidad Básica de Investigación	12
3.3	Nivel o tipo de investigación	12
3.4	Población y Muestra	13
3.5	Operacionalización de las variables	14
3.6	Recolección de Información	16
3.7	Procesamiento y Análisis de la Información	16
CAPÍTULO IV		18
ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS		18
4.1	Análisis de los resultados	18
4.2	Interpretación de datos.....	31
4.3	Verificación de hipótesis	34
CAPÍTULO V		35
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		35
5.1	Conclusiones.....	35
5.2	Recomendaciones.....	35
CAPÍTULO VI.....		36
PROPUESTA		36
6.1	Datos Informativos.....	36
6.2	Antecedentes de la propuesta	36
6.3	Justificación	37
6.4	Objetivos	39
6.5	Análisis de factibilidad	39
6.6	Fundamentación.....	42
6.7	Metodología.....	52
6.8	Modelo Operativo	53
6.8.1	Ontología Persona	53
6.8.2	Ontología Estructura Académica.....	56
6.8.3	Ontología Planificación Curricular	62

6.8.4	Ontología Proceso Académico.....	65
6.8.5	Validación y evaluación.....	70
6.9	Conclusiones y Recomendaciones.....	73
6.9.1	Conclusiones.....	73
6.9.2	Recomendaciones.....	74
	BIBLIOGRAFÍA	75
	ANEXOS	78
	ANEXO 1 Encuesta a secretarías académicas	79
	ANEXO 2 Encuesta al administrador del OASis.....	81
	ANEXO 3 Requerimientos ordenados por frecuencia de solicitudes.....	83
	ANEXO 4 Diagrama jerárquico de la ontología “ProcesoAcademico”	84
	ANEXO 5 Cuadros de criterios de búsquedas	85

ÍNDICE GENERAL DE FIGURAS

Figura No. 1	Árbol de problemas.....	4
Figura No. 2	Categorías fundamentales.....	9
Figura No. 3	Aspectos que afectan a la semántica de los datos académicos ..	10
Figura No. 4	Aspectos que afectan el intercambio de información académica	10
Figura No. 5	Taxonomía de la ontología de dominio "Persona"	55
Figura No. 6	Taxonomía de la ontología de dominio "Estructura Académica" .	58
Figura No. 7	Entidades y relaciones en la ontología de dominio "EstructuraAcademica"	61
Figura No. 8	Taxonomía de la ontología de tarea "Planificación Curricular"	63
Figura No. 9	Entidades y relaciones en la ontología de tarea "PlanificaciónCurricular"	65
Figura No. 10	Taxonomía de la ontología de tarea "Proceso Académico"	67
Figura No. 11	Entidades y relaciones en la ontología de tarea "ProcesoAcadémico"	69

INDICE GENERAL DE CUADROS

Cuadro No. 1 Operacionalización de la variable independiente	14
Cuadro No. 2 Operacionalización de la variable dependiente.....	15
Cuadro No. 3 Características de la entidad Persona	56
Cuadro No. 4 Características de la entidad Estudiante	56
Cuadro No. 5 Características de la entidad Docente	56
Cuadro No. 6 Características de la entidad UnidadAcademica.....	59
Cuadro No. 7 Características de la entidad Institucion.....	59
Cuadro No. 8 Características de la entidad Facultad	59
Cuadro No. 9 Características de la entidad Escuela	59
Cuadro No. 10 Características de la entidad Carrera.....	60
Cuadro No. 11 Características de la entidad Cohorte	60
Cuadro No. 12 Características de la entidad Curso	60
Cuadro No. 13 Características de la entidad PeriodoAcademico.....	60
Cuadro No. 14 Reglas de inferencias en la ontología de dominio "EstructuraAcademica"	62
Cuadro No. 15 Características de la entidad PlanDeEstudio	64
Cuadro No. 16 Características de la entidad Asignatura.....	64
Cuadro No. 17 Características de la entidad AsignaturaRequisito.....	65
Cuadro No. 18 Características de la entidad AsignaturaPlanificada	68
Cuadro No. 19 Características de la entidad AsignaturaMatriculada	68
Cuadro No. 20 Características de la entidad Matricula	69
Cuadro No. 21 Reglas de inferencias en la ontología de tarea "ProcesoAcademico"	69
Cuadro No. 22 Distribución de las instancias por clases.....	71

AGRADECIMIENTO

A Iván Menes y Lorena Aguirre, por su incondicional
amistad

A mi tutor, Ing. Jaime Bolívar Ruiz Banda, Mg, por su
muestra de confianza

A mis colegas Gloria Arcos y Danilo Pastor, por sus
profesionales criterios

A todos los que de alguna u otra forma han posibilitado
que alcance esta meta

Este trabajo se llevó a cabo utilizando el software
NeOn Toolkit, que es financiado por el Sexto
Programa Marco de la Comisión Europea IST-2005-
027595, que incluye a 14 socios europeos.

Además, se utilizó el software Protégé, que es
apoyado por GM10331601 subvención del Instituto
Nacional de Ciencias Médicas Generales de los
Institutos Nacionales de Salud de Estados Unidos.

DEDICATORIA

A mi padre, mi mejor amigo
A mi madre, por su amor incondicional
A mi esposa, Doris, por su paciencia, entrega y
pilar de nuestro hogar
A mis hijos, para quienes pretendo ser un
modelo de vida
A mi hermano, por ser mi ejemplo

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE INGENIERÍA EN SISTEMAS, ELECTRÓNICA E INDUSTRIAL MAESTRÍA EN GESTIÓN DE BASES DE DATOS

TEMA

LA SEMÁNTICA DE LOS DATOS ACADÉMICOS Y SU INCIDENCIA EN EL INTERCAMBIO DE INFORMACIÓN ACADÉMICA DE LA ESPOCH

AUTOR: Ingeniero, Jorge Ariel Menéndez Verdecia

DIRECTOR: Ingeniero, Jaime Bolívar Ruiz Banda, Magister

FECHA: 5 de octubre de 2016

RESUMEN EJECUTIVO

El presente trabajo de investigación analiza la incidencia de la semántica de los datos académicos en el intercambio de información académica de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH) con las autoridades de control y público en general.

Por medio de encuestas e investigación bibliográfica se estableció que la estructura semántica de los datos académicos del “Sistema Escolástico OASis”, está definido por medio de Diagramas Entidad Relación (DER) y el Lenguaje Formal de Definición de Datos (DDL); además se utilizan, para el intercambio de información académica, documentos en formato pdf, docx y xlsx, lo que dificulta el ser compartidos de forma automática.

Utilizando Methodology NeOn, Ontology Web Language (OWL), Resource Description Framework (RDF) y NeOn Toolkit se desarrollaron las ontologías Persona, EstructuraAcademica, PlanificacionCurricular y ProcesoAcademico para representar las características y relaciones de las entidades involucradas con los procesos académicos de Matriculación y Evaluación, verificando y validando su estructura, funcionalidad y usabilidad lo que mejoró el intercambio de información académica.

Descriptores: *Web Semántica, Ontología, Semántica de datos académicos, Ontology Web Language (OWL), Resource Description Framework (RDF), Methodology NeON, Proceso Académico. Matriculación, Evaluación, Intercambio de información académica, Secretaría académica de la ESPOCH, Ley Orgánica de Transparencia y Acceso a la Información Pública*

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE INGENIERÍA EN SISTEMAS, ELECTRÓNICA E INDUSTRIAL MAESTRÍA EN GESTIÓN DE BASES DE DATOS

THEME

“SEMANTICS OF ACADEMIC DATA AND ITS IMPACT ON THE EXCHANGE OF ACADEMIC INFORMATION OF ESPOCH”

AUTHOR: Ingeniero, Jorge Ariel Menéndez Verdecia

DIRECTED BY: Ingeniero, Jaime Bolívar Ruiz Banda, Magister

DATE: 5 de octubre de 2016

EXECUTIVE SUMMARY

This research analyzes the impact of semantics of academic's data in the exchange of academic information of the Polytechnic School of Chimborazo (ESPOCH) with the supervisory authorities and the general public.

Through surveys and literature research it was established that the semantic structure of the academic data the "Scholastic System OASis" is defined by Entity Relationship Diagrams (DER) and Formal Language Data Definition (DDL); also they used for the exchange of academic information, documents in pdf, docx and xlsx format, making it difficult to be shared automatically.

NeOn the Methodology, Ontology Web Language (OWL), Resource Description Framework (RDF) and NeOn Toolkit were used. With these tools, ontologies Person, EstructuraAcademica, PlanificacionCurricular and ProcesoAcademico developed. These ontologies represent the characteristics and relationships of the entities involved with the academic process Registration and Evaluation. The ontologies were verified and validated in structure, functionality and usability. These ontologies improve the exchange of academic information of ESPOCH.

Keywords: *Semantic Web, Ontology, Semantics of academic data, Web Ontology Language (OWL), Resource Description Framework (RDF), NeON Methodology, Academic Process. Registration, Evaluation, exchange of academic information, academic Secretariat ESPOCH, Organic Law of Transparency and Access to Public Information*

INTRODUCCIÓN

En la Constitución del Ecuador, se establece que todas las personas tienen derecho a acceder libremente a la información generada en entidades públicas, derecho que ha sido garantizado y normado por medio de la Ley Orgánica de Transparencia y Acceso a la Información (LOTAI), donde se define el Principio de Publicidad de la Información Pública, que establece en su parte pertinente "...instituciones de educación superior que perciban rentas del Estado...toda información que posean es pública..." (Congreso Nacional, 2004).

La Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH), es una institución del Sistema de Educación Superior (ESPOCH, 2013), por lo que está abocada a facilitar los procesos que le permitan dar cumplimiento a las reglamentaciones existentes en este tema, en sus tres ámbitos específicos (Académico, Investigación y Gestión Administrativa).

El Vicerrectorado Académico, está presentando inconvenientes para el **"intercambio de información académica"** de la ESPOCH, la misma que no permiten realizar el análisis de información del régimen académico de la ESPOCH al obtenerse resultados poco exactos al consultar en los buscadores actuales, indexados por palabras, lo que conlleva a una pérdida de tiempo para obtener las deducciones esperadas, relacionadas con información del régimen académico institucional.

Luego de algunas reuniones de trabajo, se definieron como causas tecnológicas la existencia de páginas Web expresamente NO disponibles, las mismas que solamente pueden ser consultadas por usuarios autorizados; además de la existencia de fuentes de datos académicos dispersas y heterogéneas, lo que dificulta la obtención de información académica institucional consolidada; por otra parte, se dispone de información, publicada en la Web, en archivos en formatos diferentes al HTML, como por ejemplo los archivos de "Rendición de Cuenta" anuales que están en formato PDF, lo que dificulta a los buscadores indexar dicha información y por último, la escasa

semántica de los datos académicos, es decir, a pesar de disponerse los datos académicos de la institución, los mismos no pueden ser analizados semánticamente, tanto por el público en general, las autoridades de control ni como de forma automática, esto puede deberse a la falta de una descripción de los mismos en un lenguaje formal.

A continuación, se describe el trabajo investigativo para determinar la incidencia de la semántica de los datos académicos en el intercambio de información académica de la ESPOCH. En el Capítulo I encontrará una descripción del problema a investigar y en el Capítulo II todo lo relacionado a la web semántica o la Web 3. En el Capítulo III se desarrolla la metodología de investigación utilizada y el Capítulo IV se analiza e interpretan los resultados obtenidos para plasmar las conclusiones y recomendaciones en el Capítulo V. El Capítulo VI se dedica por entero a definir, validar y evaluar las ontologías de dominio “Persona” y “EstructuraAcademica” y las ontologías de tarea “ProcesoAcademico” y “ProcesoAcademico”.

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1 Tema de Investigación

La **semántica de los datos académicos** y su incidencia en el **intercambio de información académica** de la ESPOCH.

1.2 Planteamiento del Problema

1.2.1 Contextualización

En la Constitución del Ecuador, se establece que todas las personas tienen derecho a acceder libremente a la información general en entidades públicas, derecho que ha sido garantizado y normado por medio de la Ley Orgánica de Transparencia y Acceso a la Información (LOTAI), donde se define el Principio de Publicidad de la Información Pública, que establece en su parte pertinente "...instituciones de educación superior que perciban rentas del Estado...toda información que posean es pública..." (Congreso Nacional, 2004).

Por otra parte, en la Ley Orgánica de Educación Superior se expresa que las instituciones del Sistema de Educación Superior obligatoriamente suministrarán a la Secretaría Nacional de Educación Superior, Ciencia, Tecnología e Innovación (SENESCYT) la información que le sea solicitada.

La Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH), es una institución del Sistema de Educación Superior (ESPOCH, 2013), por lo que está abocada a facilitar los procesos que le permitan dar cumplimiento a las reglamentaciones anteriores en sus tres ámbitos específicos (Académico, Investigación y Gestión Administrativa).

En el estatuto de la institución (ESPOCH, 2013), el Vicerrectorado Académico es responsable del ámbito académico, el mismo que tiene la responsabilidad de facilitar el acceso libre a la información que genera, para dar cumplimiento a las leyes específicas del país.

En tal virtud, el Vicerrectorado Académico, está presentando inconvenientes para el "**intercambio de información académica**" de la ESPOCH, y como se muestra en la Figura No. 1 Árbol de problemas, esto dificulta realizar el análisis de

información del régimen académico de la ESPOCH al obtenerse resultados poco exactos al consultar en los buscadores actuales, indexados por palabras, lo que conlleva a una pérdida de tiempo para obtener las deducciones esperadas, relacionadas con información del régimen académico institucional.

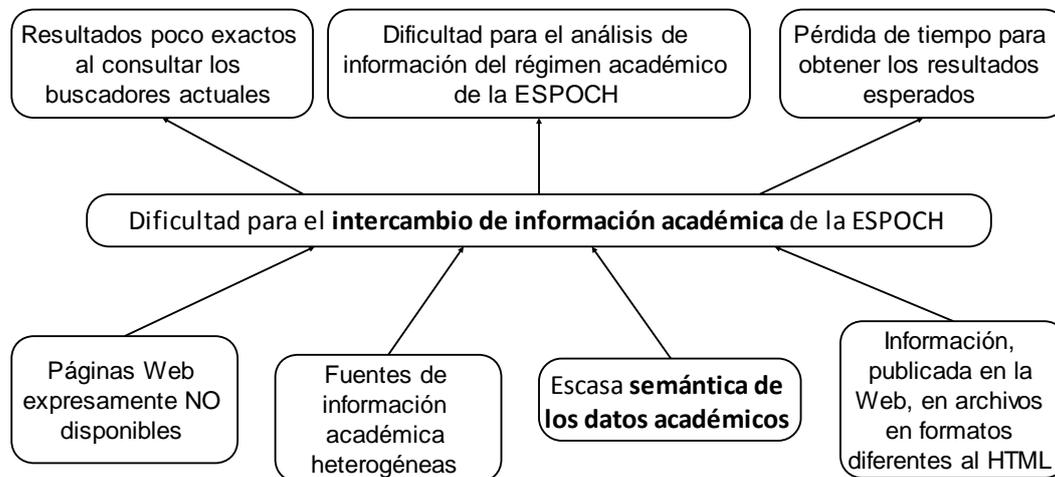


Figura No. 1 Árbol de problemas
Elaborado por: investigador

Luego de algunas reuniones de trabajo, se definieron como causas tecnológicas la existencia de páginas Web expresamente NO disponibles, las mismas que solamente pueden ser consultadas por usuarios autorizados; además de la existencia de fuentes de datos académicos dispersas y heterogéneas, lo que dificulta la obtención de información académica institucional consolidada; por otra parte, se dispone de información, publicada en la Web, en archivos en formatos diferentes al HTML, como por ejemplo los archivos de “Rendición de Cuenta” anuales que están en formato PDF, lo que dificulta a los buscadores indexar dicha información y por último, la **escasa semántica de los datos académicos**, es decir, a pesar de disponerse los datos académicos de la institución, los mismos no pueden ser analizados semánticamente, tanto por el público en general como de forma automática, esto puede deberse a la falta de una **descripción de los mismos en un lenguaje formal**.

1.2.2 Análisis crítico

Como se ha explicado, al ser la ESPOCH una Institución de Educación Superior, con personería jurídica de derecho público, está inmersa en cumplir con sus obligaciones legales y sociales.

Uno de los mecanismos existentes para garantizar el derecho de acceso a las fuentes de información, como mecanismo para ejercer la participación democrática, es el enlace de interés que posee la página Web de la entidad “RENDICIÓN DE CUENTAS 2014”, donde se encuentran comprimidos en un archivo ZIP el “Informe de rendición de cuentas 2014” y la “Presentación rendición de cuentas 2014”, ambos documentos en formato diferentes al HTML lo que dificulta que sean encontrados por los motores de búsquedas indexados por palabras claves actuales.

En estos “Informes de Rendición de Cuentas” anuales que se publican, se encuentra información resumida del Régimen Académico de la ESPOCH, lo que no permite realizar un análisis pormenorizado de la misma, además de que el sistema escolástico institucional dispone de una aplicación Web dinámica que accede a las bases de datos por medio de páginas Web expresamente NO disponibles, al permitirse acceso sólo a usuarios registrados.

Por otra parte, la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, dispone del Centro de Idiomas que oferta cursos de inglés y de la Escuela de Conducción que oferta el curso de Conductor Profesional Licencia TIPO “C”; la información académica, de dichas escuelas, por diferentes motivos, no se encuentra en el sistema escolástico institucional lo que dificulta su análisis dada la heterogeneidad de dichas fuentes.

1.2.3 Prognosis

En el futuro, en caso de que no se tomen acciones correctivas en el suministro de información con escasa **semántica de los datos académicos**, se agudizará la dificultad para el **intercambio de información académica** de la ESPOCH generándose resultados inexactos, provocando pérdidas de tiempo e inconvenientes para el análisis de dicha información, por parte del público general y otros sistemas informáticos, con sus consecuentes costos económicos e implicaciones legales por incumplimiento con la Ley Orgánica de Transparencia y Acceso a la Información y por ende el desacato a la Constitución del Ecuador.

1.2.4 Formulación del problema

¿Qué efecto tiene la **semántica de los datos académicos** sobre el **intercambio de información académica** de la ESPOCH?

1.2.5 Interrogantes

¿Cómo está definida la **semántica de los datos académicos** de la ESPOCH?
¿Cuáles son los procesos involucrados en el **intercambio de información académica** de la ESPOCH?

¿Se puede plantear una **solución factible al problema**?

1.2.6 Delimitación del objeto de investigación

Delimitación de contenido

- Campo de la Investigación: Web Semántica
- Área de la Investigación: Modelos Ontológicos
- Aspecto de la Investigación: Semántica de los datos académicos

Delimitación Espacial

- La investigación será desarrollada en la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH)

Delimitación Temporal

- Los datos que se utilizarán para la investigación será los que se disponen del período académico MARZO 2015 – AGOSTO 2015

1.3 Justificación

En la ESPOCH, existe el grupo de investigación “Aplicaciones Informáticas para la Toma de Decisiones (AINTO)”, del que los investigadores son miembros fundadores y entre sus líneas de investigación se encuentra la inteligencia artificial, la que se podría aplicar, en investigaciones futuras, para proveer consultas semánticas sobre el dominio del régimen académico de la institución.

Por otra parte, es importante para la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo añadir a los datos de su sistema escolástico los metadatos ontológicos con el objetivo de modelar el dominio académico institucional utilizando tecnologías de la Web Semántica, lo que sería una novedad dada la escasa semántica de los datos académicos, siendo de utilidad para mejorar los procesos y mecanismos de intercambio de información académica, teniendo un impacto social y tecnológico a nivel nacional al convertir a la institución en líder del proceso de intercambio de información académica con el público en general y con otros sistemas informáticos.

La investigación es factible desde el punto de vista técnico dado que la ESPOCH dispone del sistema escolástico “Orion Academic System with

Internet Services” (OASis) en funcionamiento por más de 10 años, disponiendo de datos académicos, facilitando su intercambio; además de ser factible operativamente por el conocimiento de los investigadores en los temas relacionados con las bases de datos, con la estructura de las bases de datos del OASis, por haber participado en su desarrollo y en los temas relacionados con los metadatos ontológicos y por último, existe la factibilidad económica para la realización de la investigación, una vez que el investigador financiará la misma.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo General

- Determinar la incidencia de la **semántica de los datos académicos** en el **intercambio de información académica** de la ESPOCH

1.4.2 Objetivos Específicos

- Establecer la estructura de la **semántica de los datos académicos**, en el sistema escolástico de la ESPOCH.
- Determinar los procesos necesarios para el **intercambio de información académica** de la ESPOCH.
- Definir la ontología del dominio académico de la ESPOCH para mejorar el **intercambio de información académica**

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes Investigativos

No existen otros estudios que determinen la relación existente entre la **semántica de los datos académicos** y el **intercambio de información académica del dominio del régimen académico** de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH).

Daphne Kyriaki-Manessi, en su estudio “Developing Ontology for the University Archives: The Domain of Technological Education”, disponible con acceso abierto en Elsevier Ltd., donde se exploran las potenciales ontologías que aseguren el acceso a los datos de la educación tecnológica disponibles en las bibliotecas del Technological Educational Institute of Athens, concluye que se hace necesario generar una adaptación y personalización de éstas, por la complejidad de las estructuras ontológicas que manipulan.

2.2 Fundamentación Filosófica

La presente investigación se enmarca en el paradigma Crítico Propositivo, al realizarse un análisis crítico de la dificultad para el **intercambio de información académica** de la ESPOCH y propositivo perseguirse el propósito de desarrollar una solución factible del problema.

2.3 Fundamentación Legal

La ESPOCH, por medio de su Secretaría Académica, se encuentra avocada a mejorar sus procesos y mecanismos de intercambio de información académica dado que, en la Constitución de la República del Ecuador, en el Capítulo segundo “Derechos del buen vivir”, Sección tercera “Comunicación e Información”, en el Artículo 18 se expresa que: “Todas las personas, en forma individual o colectiva, tienen derecho a:”, literal 2. “Acceder libremente a la información generada en entidades públicas...”

Por otra parte, la Ley Orgánica de Educación Superior, en la Sección Segunda “Régimen Académico”, en el Artículo 137 expresa que: “... Las instituciones del Sistema de Educación Superior obligatoriamente suministrarán a la Secretaría Nacional de Educación Superior, Ciencia, Tecnología e Innovación la información que le sea solicitada.”

Además, la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, es una Institución de Educación Universitaria, persona jurídica de derecho público, autónoma, con domicilio principal en la ciudad de Riobamba, provincia de Chimborazo; se rige por la Constitución de la República del Ecuador, la Ley Orgánica de Educación Superior, su Ley Constitutiva No. 6909, publicada en el Registro Oficial No. 173 del 7 de mayo de 1969 y el Decreto No. 1223, publicada en el Registro Oficial No. 425, del 6 de noviembre de 1973, mediante el cual obtuvo la actual denominación.

2.4 Categorías fundamentales

En la Figura No. 2 Categorías fundamentales, se muestra la explicación gráfica dialéctica de los conceptos fundamentales que van incluyendo a cada variable de investigación. Donde se muestra la subordinación de conceptos, de la variable independiente, **semántica de los datos académicos** y la superordenación de conceptos, de la variable dependiente, **intercambio de información académica**.

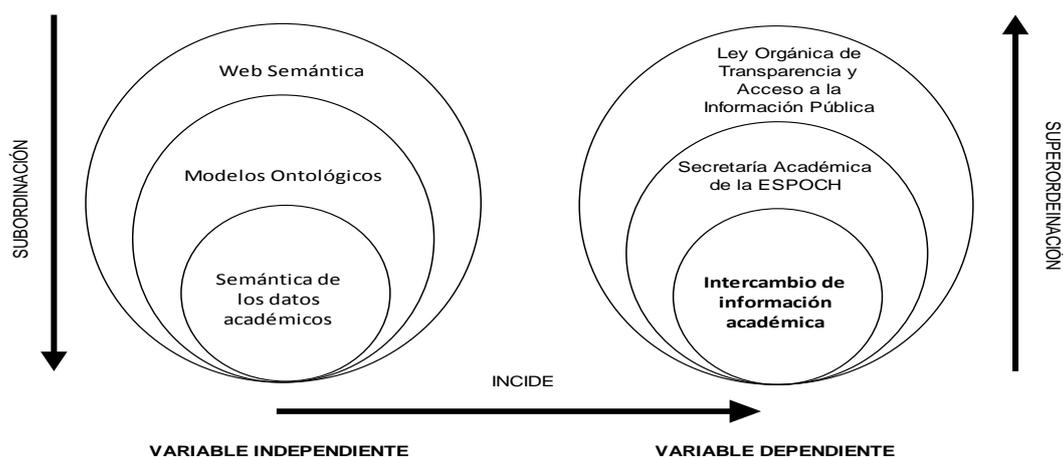


Figura No. 2 Categorías fundamentales
Elaborado por: investigador

Constelación de Ideas Variable Independiente

En la Figura No. 3, se muestran los aspectos que afectan a la **semántica de los datos académicos**.

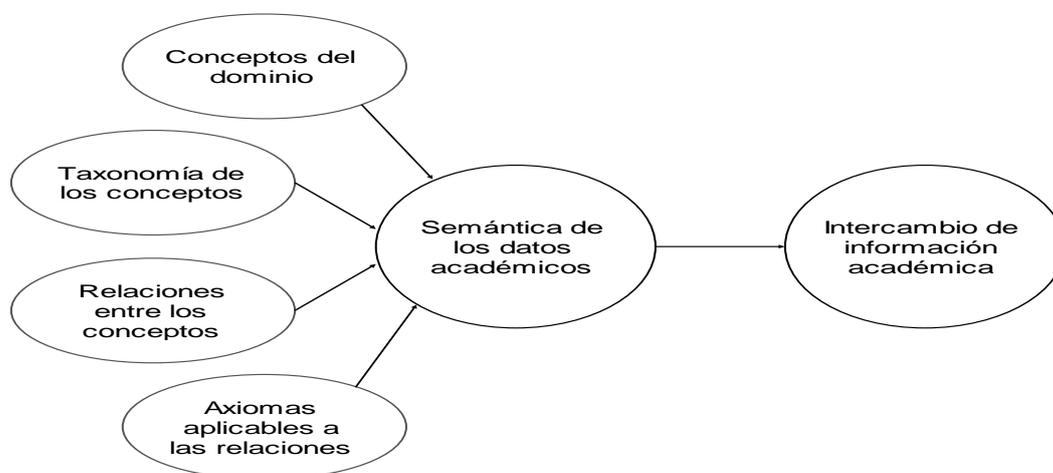


Figura No. 3 Aspectos que afectan a la semántica de los datos académicos
Elaborado por: investigador

Constelación de Ideas Variable Dependiente

En la Figura No. 4, se muestran los aspectos que afectan el **intercambio de información académica**.

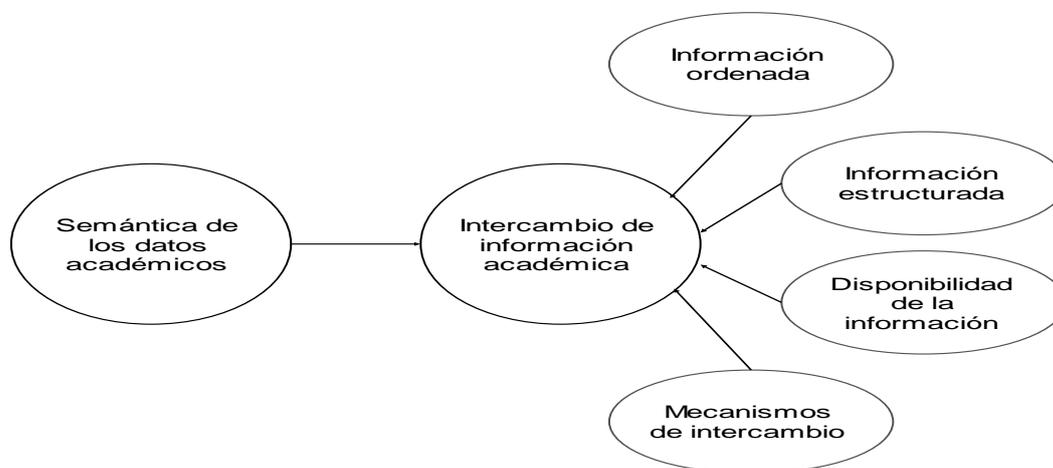


Figura No. 4 Aspectos que afectan el intercambio de información académica
Elaborado por: investigador

Categorías fundamentales de la Variable Independiente

Web Semántica: “La web semántica propone superar las limitaciones de la web actual mediante la introducción de descripciones explícitas del significado, la estructura interna y la estructura global de los contenidos y servicios disponibles en la WWW” (Berners-Lee, 2001).

Gruber define ontología o metadatos ontológicos como “a formal explicit specification of a shared conceptualization” (Gruber, 1993). Los metadatos ontológicos son una representación en lenguaje formal de las entidades y su jerarquía, las relaciones existentes entre las entidades y las restricciones a esas relaciones para pertenecer al dominio modelado.

Semántica de los datos académicos, es el significado que adquieren los datos académicos una vez definida su metadata ontológica.

Categorías fundamentales de la Variable Dependiente

El intercambio de información académica es el proveer procedimiento o mecanismos de acceso a la información académica, estructurada y almacenada digitalmente, con distintos modelos de distribución.

La Secretaría Académica, en el estatuto de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, en su Art. 62. define que “...tiene como misión velar por el desarrollo académico institucional en el ámbito de pregrado y postgrado” y en el Art. 64. se establecen como funciones en el literal b) “Mantener actualizada la base de datos con la información académica institucional”.

La Ley Orgánica de Transparencia y Acceso a la Información Pública (LOTAIP), fue promulgada en el Registro Oficial Suplemento 337 del 18 de mayo de 2004 para garantizar el “derecho de las personas” al “acceso a toda información pública”, por lo que las “...instituciones de educación superior que perciba rentas del estado...su información es pública” y “está sometida al principio de publicidad” (Congreso Nacional, 2004)

2.5 Hipótesis

La **semántica de los datos académicos** influye en el **intercambio de información académica** de la ESPOCH

2.6 Señalamiento de Variables

Variable Independiente: Semántica de los datos académicos

Variable Dependiente: Intercambio de información académica

CAPÍTULO III METODOLOGÍA

3.1 Enfoque

La investigación será cuantitativa y cualitativa. Investigación cuantitativa porque se incluirán parámetros de medición para determinar cómo están modelados los datos académicos en lenguaje no formal e investigación cualitativa porque se expondrán juicios de valores sobre el intercambio de información académica de la ESPOCH.

3.2 Modalidad Básica de Investigación

La modalidad básica de investigación será la Investigación Bibliográfica o Documental porque se utilizarán fuentes como libros, documentos, artículos, revistas, etc. para la construcción del marco teórico tanto de la **semántica de los datos académicos** como del **intercambio de información académica** de la ESPOCH.

Además, la investigación tendrá la modalidad de campo porque se buscará obtener la información de cómo está definida la **semántica de los datos académicos** y los mecanismos de **intercambio de información académica** en la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

3.3 Nivel o tipo de investigación

Investigación Exploratoria: se utilizará para destacar los aspectos fundamentales de cómo está definida la **semántica de los datos académicos** y encontrar los procedimientos adecuados como una posible solución para facilitar el **intercambio de información académica** de la ESPOCH.

Investigación Descriptiva: se utilizará el método de análisis para caracterizar cómo está definida la **semántica de los datos académicos**, señalando sus características y propiedades además de que se clasificarán para ordenar, agrupar o sistematizar los mecanismos de **intercambio de información académica** de la ESPOCH.

Investigación Explicativa: se combinarán los métodos analíticos y sintéticos, en conjugación con el deductivo, para responder el porqué de la **semántica de los datos académicos** y el **intercambio de información académica** de la ESPOCH.

Investigación Correlacional: porque se buscará medir el grado de correlación existente entre la **semántica de los datos académicos** y el **intercambio de información académica** de la ESPOCH.

3.4 Población y Muestra

Como se puede analizar en la Tabla No. 1 Población y muestra, el presente proyecto trabajará con la población total formada por los profesionales que trabajan facilitando el **intercambio de información académica** y los que gestionan la **semántica de los datos académicos**.

PERSONAL	NÚMERO	PORCENTAJE
Administrador del sistema escolástico de la ESPOCH	1	3%
Secretarías Académicas de la institución	2	7%
Secretarías Académicas de cada carrera	26	90%
TOTAL	29	100%

Tabla No. 1 Población y muestra
Elaborado por: investigador

3.5 Operacionalización de las variables

Variable Independiente: Semántica de los datos académicos

CONCEPTUALIZACIÓN	DIMENSIONES	INDICADORES	ITEMS BÁSICOS	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS
Es una representación formal y jerárquica de los conceptos y las relaciones entre los conceptos, incluyendo las restricciones de las mismas para pertenecer al dominio.	Definición en lenguaje formal del dominio académico de la ESPOCH	Representación en lenguaje formal del dominio	¿Está definido el significado de los datos escolásticos? ¿Cómo está definido el significado de los datos escolásticos? ¿Existe la documentación donde se define el significado de los datos escolásticos?	Encuesta – Cuestionario, dirigida al Administrador del Sistema Escolástico de la ESPOCH
	Conceptos del dominio académico de la ESPOCH	Conceptos del dominio	¿Existe la definición, en lenguaje formal, de los conceptos del dominio académico?	
		Jerarquía (taxonomía) de los conceptos	¿Existe la definición, en lenguaje formal, de la jerarquía existente entre los conceptos del dominio académico?	
	Relaciones entre los conceptos del dominio	Relaciones entre los conceptos	¿Existe la definición, en lenguaje formal, de las relaciones existentes entre los conceptos del dominio académico?	
		Restricciones (axiomas) aplicables a las relaciones existentes entre los conceptos	¿Existe la definición, en lenguaje formal, de las restricciones aplicables a las relaciones existentes entre los conceptos del dominio académico?	

Cuadro No. 1 Operacionalización de la variable independiente
Elaborado por: investigador

Variable Dependiente: Intercambio de información académica

CONCEPTUALIZACIÓN	DIMENSIONES	INDICADORES	ITEMS BÁSICOS	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS
Proveer acceso a la información académica, estructurada y almacenada digitalmente, con distintos modelos de distribución	Disponibilidad de información académica	Reportes disponibles	¿Necesita facilitar el acceso a la información académica? ¿Dispone de todos los reportes académicos que necesita? ¿Qué reportes académicos usted necesita?	Encuesta – Cuestionario, dirigido a las Secretarías Académicas
		Generación de nuevos reportes	¿Cuánto tiempo promedio demora en generar un nuevo reporte, desde que es identificada su necesidad?	
	Acceso a la información académica	Salida impresa	¿El sistema genera reportes imprimibles?	
	Estructura de la información académica	Información ordenada	¿Los reportes entregan información ordenada?	
		Información estructurada	¿La información reportada es estructurada? ¿Los reportes son flexibles?	
	Disponibilidad de información académica	Generación de nuevos reportes	¿Cuál es el proceso para generar un nuevo reporte? ¿Cuánto tiempo promedio demora en generar un nuevo reporte, desde que es identificada su necesidad?	Encuesta – Cuestionario, dirigida al Administrador del Sistema Escolástico OASIS de la ESPOCH
	Acceso a la información académica	Salida digital	¿El sistema genera reportes en formato digital que permita el intercambio de información con otros sistemas?	
Modelos de distribución de la información académica	Mecanismos de intercambio	¿Qué mecanismos de intercambio de información académica existen?		

Cuadro No. 2 Operacionalización de la variable dependiente
Elaborado por: investigador

3.6 Recolección de Información

Como se muestra en el Cuadro No. 3 la información se recolectará en el segundo semestre del 2015, por el investigador, aplicando 2 encuestas. Una encuesta, propuesta en el Anexo 1, aplicada al Administrador del Sistema escolástico de la ESPOCH y la otra encuesta, la que se encuentra en el Anexo 2, se aplicará tanto a las Secretarías Académicas de la institución como de cada carrera, en situación normal de trabajo, luego de realizar una revisión bibliográfica sobre los indicadores expuestos en la matriz de operacionalización de las variables, para alcanzar los objetivos de la investigación.

PREGUNTAS BÁSICAS	EXPLICACIÓN
¿Para qué?	Para alcanzar los objetivos de la investigación
¿De qué personas u objetos?	Administrador del sistema escolástico de la ESPOCH Secretarías Académicas de la Institucional Secretarías Académicas de cada Carrera
¿Sobre qué aspectos?	Indicadores expuestos en la matriz de operacionalización de las variables
¿Quién, Quiénes?	Jorge Ariel Menéndez Verdecia
¿Cuándo?	Segundo semestre del 2015
¿Dónde?	Escuela Superior Politécnica de Chimborazo
¿Cuántas veces?	Una vez
¿Qué técnicas de recolección?	Revisión Bibliográfica Encuesta
¿Con qué?	Cuestionario
¿En qué situación?	Se recolectará la información en situaciones normales de trabajo

Cuadro No. 3: Recolección de la información
Elaborado por: investigador

3.7 Procesamiento y Análisis de la Información

Los datos obtenidos se transformarán a través de los siguientes procedimientos

Procesamiento de la Información

- Revisión crítica de la información recogida; es decir, depuración de la información defectuosa: contradictoria, incompleta, no pertinente, etc.
- Repetición de la recolección, en ciertos casos individuales, para corregir fallas de contestación.
- Tabulación o cuadros según variables de cada hipótesis: cuadros de una sola variable, cuadro con cruce de variables, etc.

- Manejo de información (reajuste de cuadros con casillas vacías o con datos tan reducidos cuantitativamente, que no influyen significativamente en los análisis)
- Estudio estadístico de datos para presentación de resultados

Análisis de Resultados

- Análisis de los resultados estadísticos, destacando tendencias o relaciones fundamentales de acuerdo con los objetivos e hipótesis.
- Interpretación de los resultados, con apoyo del marco teórico, en el aspecto pertinente.
- Comprobación de hipótesis para la verificación estadística, conviene seguir la asesoría de un especialista.
- Establecimiento de conclusiones y recomendaciones.

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

En éste capítulo se realiza un análisis estadístico descriptivo de los resultados obtenidos en las diferentes encuestas aplicada a los usuarios y administradores del “Sistema Escolástico OASis” que la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo utiliza.

4.1 Análisis de los resultados

Con el objetivo de obtener la información necesaria para realizar la investigación cualitativa sobre la variable independiente “**intercambio de información académica**” de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH), se realizó una investigación documental sobre el Estatuto de la ESPOCH (ESPOCH, Consejo Politécnico, 2014), donde se establecen las funciones, atribuciones y responsabilidades de la Secretaría Académica de Grado.

En el Estatuto de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, en la Sección Octava de la Secretaría Académica de Grado, en su Artículo 128. Funciones de la Secretaria o Secretario Académico de Grado, Literal g) establece “Mantener actualizada la información académica institucional y coordinar su entrega con los organismos internos y con los del Sistema de Educación Superior;”

Es oportuno señalar que la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo utiliza para la gestión de los procesos académicos de admisión, matriculación, evaluación y graduación el sistema escolástico “Orion Academic System with Internet Services (OASis)”, por lo que las preguntas realizadas fueron en el contexto del mismo.

Para asegurar la correcta explotación y mantenimiento del sistema escolástico que la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH) utiliza, existe un administrador del mismo en la Dirección de Tecnologías de la Información (DTIC) el que fue encuestado para obtener la información cualitativa sobre la variable dependiente “**intercambio de información académica**” y la variable independiente “**semántica de los datos académicos**” de la ESPOCH.

Por lo anteriormente expuesto, las secretarías académicas y el administrador del sistema escolástico (OASis) se convierten en la población objetivo y para obtener una valoración subjetiva sobre las variables de investigación, se utiliza la técnica de la encuesta.

En la confección de la Encuesta a Secretarías Académicas, Anexo 1 y de la Encuesta al Administrador del OASis, Anexo 2, se utilizan las buenas prácticas fijadas en la “NTP 283: Encuestas: metodología para su utilización” (Frutos, 1993) que permitieron construir una batería de preguntas, con la finalidad de obtener datos de las variables de investigación a partir de sus dimensiones e indicadores, establecidos en el capítulo 3.

Análisis de resultados de las Encuesta a Secretarías Académicas

La Encuesta a Secretarías Académicas, Anexo 1, fue realizada a las secretarías académicas, usuarias del sistema escolástico de la ESPOCH (OASis), en las 27 oficinas de las Secretarías Académicas de las escuelas y 2 en la Secretaría Académica de Grado de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo del 2 al 14 de mayo de 2016.

A continuación, se realiza un análisis de los resultados obtenidos en la encuesta realizada para determinar cuáles son las características de los procesos existentes para el **intercambio de información académica**, en la ESPOCH.

Las preguntas en su mayoría fueron cerradas y se utilizó la técnica de Likert para valorar las posibles respuestas, con la siguiente escala:

- 1 Totalmente en desacuerdo
- 2 En desacuerdo
- 3 Ni de acuerdo ni en desacuerdo
- 4 De acuerdo
- 5 Totalmente de acuerdo

Para obtener información sobre la dimensión “**disponibilidad de información académica**”, de la variable de investigación, se estudió el indicador “**reportes disponibles**” por medio de las siguientes 3 preguntas:

1. ¿Considera usted, que es necesario facilitar el acceso a la información académica?

Luego de ser tabuladas las respuestas obtenidas, se realiza un análisis Estadístico Descriptivo y se construyen los diagramas de Cajas y bigotes además del Histograma que se muestran en la Tabla 1.

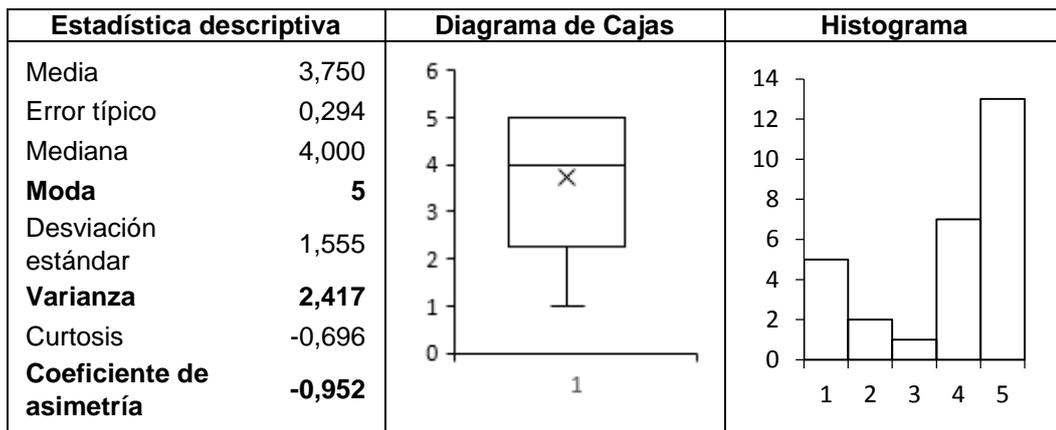


Tabla 1 Análisis Estadístico de la Pregunta 1
Elaborado por: investigador

Del análisis de la estadística descriptiva se obtiene que las respuestas tuvieron como moda la escala “5 Totalmente de acuerdo” con una varianza de 2,417. El diagrama de Cajas y bigotes visualiza que las respuestas “4 De acuerdo” y “5 Totalmente de acuerdo” fueron las más frecuentes existiendo algunos valores dispersos, mientras que el Histograma muestra que las respuestas, tienen una distribución asimétrica izquierda de los datos al tener un coeficiente de asimetría distinto de 0 y negativo (-0,952).

- ¿El OASis, le proporciona todos los reportes académicos que necesita?
De forma similar, luego de ser tabuladas las respuestas obtenidas, se realiza el análisis Estadístico Descriptivo y construyen los diagramas de Cajas y bigotes además del Histograma que se muestran en la Tabla 2.

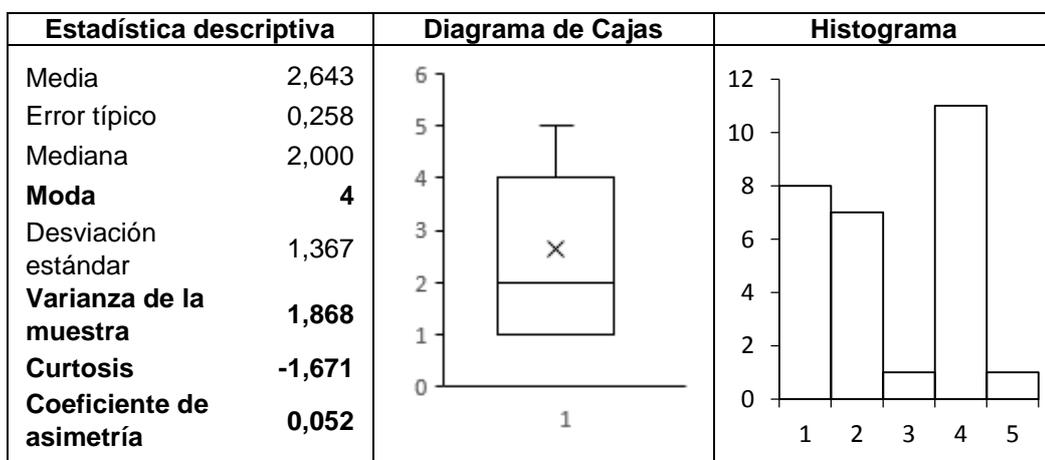


Tabla 2 Análisis Estadístico de la Pregunta 2
Elaborado por: investigador

Del análisis de la estadística descriptiva se obtiene que las respuestas tuvieron como moda la escala “4 De acuerdo” con una varianza de 1,868. El diagrama de Cajas y bigotes visualiza que las respuestas “1 Totalmente desacuerdo” y “2 En desacuerdo” fueron las más frecuentes existiendo algunos pocos valores dispersos, mientras que el Histograma muestra que las respuestas, tienen una distribución simétrica platicúrtica de los datos al tener un coeficiente de asimetría casi igual a 0 (0,052) y una curtosis negativa (-1,671).

3. ¿Qué otros reportes académicos usted necesita?

Con el objetivo de conocer las necesidades de nuevos reportes académicos se realiza esta pregunta abierta, la misma que arroja los resultados que se muestran en la Tabla 3 donde se han mostrado solamente los 8 reportes que fueron solicitados por más de una secretaria académica



Tabla 3 Reportes más frecuentemente solicitados
Elaborado por: investigador

De un total de 28 reportes nuevos solicitados por las Secretarías Académicas, Anexo 3, los más frecuentemente requeridos fueron el “Reporte de horarios de clases de períodos anteriores” y “Reporte de estudiantes graduados”.

Otro indicador estudiado, de la dimensión “**disponibilidad de información académica**”, fue la “**generación de nuevos reportes**” por medio de la siguiente pregunta:

4. ¿Cuánto tiempo, como promedio, demoran en generar un nuevo reporte académico, desde que es identificada su necesidad?

Para esta pregunta, se modificó el significado de la escala de Liker con los siguientes valores:

- 1 Hasta 2 día
- 2 7 días
- 3 15 días
- 4 21 días
- 5 Más de 30 días

Una vez tabuladas las respuestas obtenidas, se realiza el análisis Estadístico Descriptivo y construyen los diagramas de Cajas y bigotes además del Histograma que se muestran en la Tabla 4.

Estadística descriptiva		Diagrama de Cajas	Histograma
Media	3,000		
Error típico	0,309		
Mediana	2,500		
Moda	5,000		
Desviación estándar	1,633		
Varianza de la muestra	2,667		
Curtosis	-1,725		
Coefficiente de asimetría	0,055		

Tabla 4 Análisis Estadístico de la Pregunta 4
Elaborado por: investigador

Del análisis de la estadística descriptiva se obtiene que las respuestas tuvieron como moda la escala “5 Totalmente de acuerdo” con una varianza de 2,667. El diagrama de Cajas y bigotes visualiza que las respuestas “1 Totalmente en desacuerdo” y “2 En desacuerdo” fueron las más frecuentes existiendo algunos pocos valores dispersos, mientras que el Histograma muestra que las respuestas, tienen una distribución simétrica platicúrtica de los datos al tener un coeficiente de asimetría casi igual a 0 (0,055) y una curtosis negativa (-1,725).

Con el objetivo de examinar la dimensión “**acceso a la información académica**”, de la variable de investigación, se observó el indicador “**salida impresa**” por medio de la siguiente pregunta:

5. ¿Los reportes académicos generados por el OASis son imprimibles?

Una vez tabuladas las respuestas obtenidas, se realiza el análisis Estadístico Descriptivo y construyen los diagramas de Cajas y bigotes además del Histograma que se muestran en la Tabla 5.

Estadística descriptiva		Diagrama de Cajas	Histograma
Media	3,429		
Error típico	0,269		
Mediana	4,000		
Moda	5,000		
Desviación estándar	1,425		
Varianza de la muestra	2,032		
Curtosis	-1,291		
Coefficiente de asimetría	-0,341		

Tabla 5 Análisis Estadístico de la Pregunta 5
Elaborado por: investigador

Del análisis de la información obtenida por medio de la estadística descriptiva se obtiene que las respuestas tuvieron como moda la escala “5 Totalmente de acuerdo” con una varianza de 2,032. El diagrama de Cajas y bigotes visualiza que las respuestas “5 Totalmente de acuerdo” y “4 De acuerdo” fueron las más frecuentes existiendo valores dispersos, mientras que el Histograma muestra que tienen una distribución asimétrica izquierda de los datos al tener un coeficiente de asimetría distinto de 0 y negativo (-0,341).

Otro indicador estudiado, de la dimensión “**estructura de la información académica**”, fue “**información ordenada**” por medio de la siguiente pregunta:

- ¿La información suministrada por los reportes académicos, que genera el OASis, está ordenada por los criterios que usted necesita?

Una vez tabuladas las respuestas obtenidas, se realiza el análisis Estadístico Descriptivo y construyen los diagramas de Cajas y bigotes además del Histograma que se muestra en la Tabla 6.

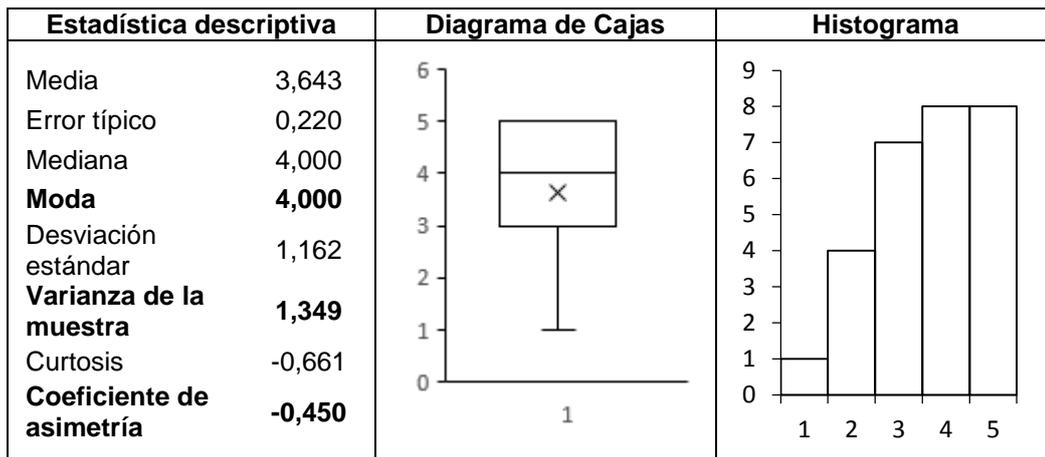


Tabla 6 Análisis Estadístico de la Pregunta 6
Elaborado por: investigador

Del análisis de la información obtenida por medio de la estadística descriptiva se obtiene que las respuestas tuvieron como moda la escala “4 De acuerdo” con una varianza de 1,349. El diagrama de Cajas y bigotes visualiza que las respuestas “5 Totalmente de acuerdo” y “4 De acuerdo” fueron las más frecuentes existiendo pocos valores dispersos, mientras que el Histograma muestra que tienen una distribución asimétrica izquierda de los datos al tener un coeficiente de asimetría distinto de 0 y negativo (-0,450).

De la misma dimensión “**estructura de la información académica**”, se observó el indicador “**información estructurada**” por medio de las siguientes 2 preguntas:

- ¿La estructura de la información suministrados por los reportes académicos, que genera el OASis, es la que usted necesita?

Una vez tabuladas las respuestas obtenidas, se realiza el análisis Estadístico Descriptivo y construyen los diagramas de Cajas y bigotes además del Histograma que se muestra en la Tabla 7.

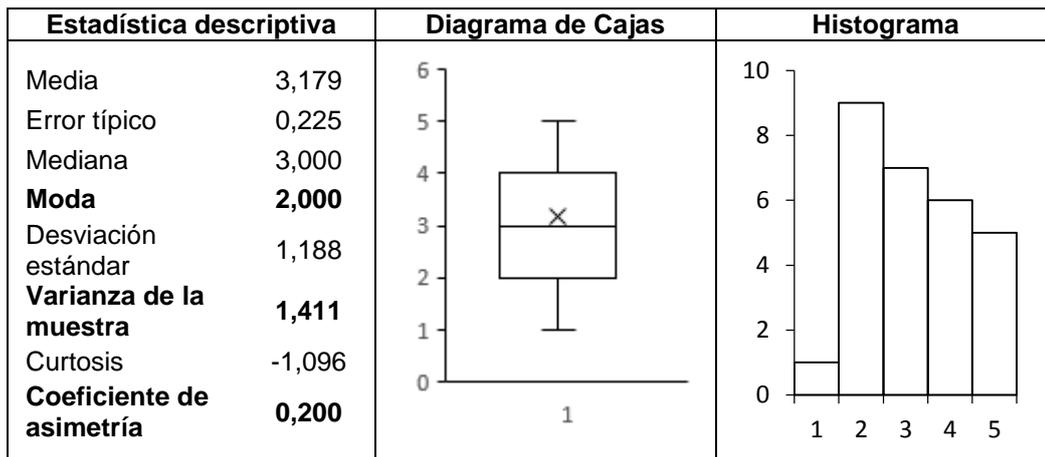


Tabla 7 Análisis Estadístico de la Pregunta 7
Elaborado por: investigador

Del análisis de la información obtenida por medio de la estadística descriptiva se deduce que las respuestas tuvieron como moda la escala “2 En Desacuerdo” con una varianza de 1,411. El diagrama de Cajas y bigotes visualiza que las respuestas “2 En desacuerdo” y “3 Ni de acuerdo ni en desacuerdo” fueron las más frecuentes existiendo valores dispersos por ambos extremos, mientras que el Histograma muestra que tienen una distribución asimétrica derecha de los datos al tener un coeficiente de asimetría distinto de 0 y positivo (0,200).

8. ¿Los reportes académicos, que genera el OASis son flexibles, o sea, se pueden personalizar?

Una vez tabuladas las respuestas obtenidas, se realiza el análisis Estadístico Descriptivo y construyen los diagramas de Cajas y bigotes además del Histograma que se muestra en la Tabla 8.

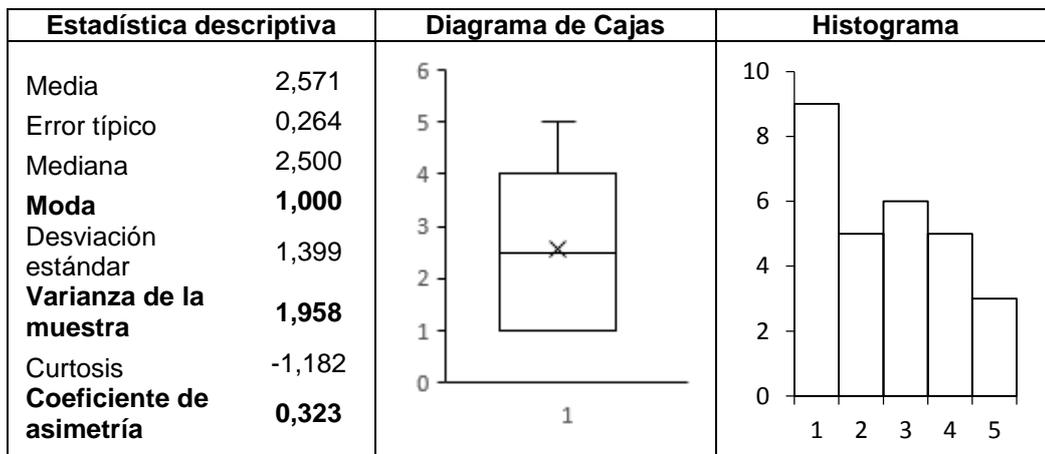


Tabla 8 Análisis Estadístico de la Pregunta 8
Elaborado por: investigador

Del análisis de la información obtenida por medio de la estadística descriptiva se deduce que las respuestas tuvieron como moda la escala “1 Totalmente en desacuerdo” con una varianza de 1,958. El diagrama de Cajas y bigotes visualiza que las respuestas “2 Totalmente en desacuerdo” y “2 En desacuerdo” fueron las más frecuentes existiendo algunos valores dispersos, mientras que el Histograma muestra que tienen una distribución asimétrica derecha de los datos al tener un coeficiente de asimetría distinto de 0 y positivo (-0,323).

Análisis de resultados de las Encuestas al Administrador del OASis

Las encuestas al administrador del sistema escolástico de la ESPOCH (OASis), Anexo 2, fueron realizadas en las oficinas de la Dirección de Tecnologías de la Información (DTIC) de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo el 14 de mayo de 2016.

A continuación, se realiza un análisis de los resultados obtenidos en la encuesta realizada para determinar cuáles son las características de los procesos existentes para el **intercambio de información académica**, en la ESPOCH.

Las preguntas en su mayoría fueron cerradas y se utilizó la técnica de Likert para valorar las posibles respuestas, con la siguiente escala:

- 1 Totalmente en desacuerdo
- 2 En desacuerdo
- 3 Ni de acuerdo ni en desacuerdo
- 4 De acuerdo
- 5 Totalmente de acuerdo

Para obtener información sobre la dimensión “**disponibilidad de información académica**”, de la variable de investigación, se estudió el indicador “**generación de nuevos reportes**” por medio de las siguientes 2 preguntas:

1. ¿Cuál es el proceso para generar un nuevo reporte?

La respuesta del encuestado fue:

- a. Solicitud de requerimiento a Secretaria Académica de Grado
- b. Aprobación de Secretaria Académica de Grado y envío del pedido a la Dirección de Tecnologías de la Información (DTIC)
- c. Levantamiento de requerimiento.

- d. Análisis, Diseño e Implementación del reporte.
- e. Pruebas
- f. Puesta en producción
- g. Acta entrega - recepción

Se confirma la existencia de un proceso establecido para la generación de nuevos reportes académicos en el sistema escolástico institucional (OASis).

2. ¿Cuánto tiempo promedio demora en generar un nuevo reporte, desde que es identificada su necesidad?

La respuesta del administrador del sistema escolástico de la ESPOCH (OASis) fue que como promedio el proceso de generación de los nuevos reportes académicos, desde que se identifica su necesidad hasta que se firma el acta de entrega - recepción, es de hasta 15 días.

Se comprueba la existencia de un monitoreo de los tiempos que demora el proceso establecido para la generación de nuevos reportes académicos en el sistema escolástico institucional (OASis).

Con el objetivo de estudiar la dimensión “**acceso a la información académica**”, de la variable dependiente, se estudió el indicador “**salida digital**” por medio de la siguiente pregunta:

3. ¿El sistema genera reportes en formato digital que permita el intercambio de información con otros sistemas?

La respuesta del encuestado fue “5 Totalmente de acuerdo” con que el sistema escolástico de la ESPOCH (OASis) genera reportes en formato digital que permita el intercambio de información con otros sistemas de información.

Se afirma que el sistema escolástico institucional (OASis) genera reportes académicos en formato digital.

Para analizar la dimensión “**modelos de distribución de la información académica**”, de la variable dependiente, se estudió el indicador “**mecanismos de intercambio**” por medio de la siguiente pregunta:

4. ¿Qué mecanismos de intercambio de información académica existen?

La respuesta del administrador del sistema escolástico de la ESPOCH (OASis) fue que los mecanismos de intercambio de información académica que provee el mismo son: los servicios web implementados y

la posibilidad que brindan todos los reportes académicos de ser exportados a Word, Excel y PDF.

Se afirma la existencia de mecanismos de intercambio de información académica en el sistema escolástico institucional (OASis).

Igualmente, se realiza un análisis de los resultados obtenidos en la encuesta realizada para determinar la existencia y definición de la **semántica de los datos académicos**, en la ESPOCH.

Las preguntas en su mayoría fueron cerradas y se utilizó la técnica de Likert para valorar las posibles respuestas, con la siguiente escala:

- 1 Totalmente en desacuerdo
- 2 En desacuerdo
- 3 Ni de acuerdo ni en desacuerdo
- 4 De acuerdo
- 5 Totalmente de acuerdo

Para obtener información sobre la dimensión “**definición en lenguaje formal del dominio académico de la ESPOCH**”, de la variable independiente, se estudió el indicador “**representación en lenguaje formal del dominio**” por medio de las siguientes 3 preguntas:

1. ¿Está definido el significado de los datos escolásticos?

La respuesta del encuestado fue “4 De acuerdo” con que están definidos los significados de los datos del sistema escolástico de la ESPOCH (OASis).

Se afirma parcialmente la existencia de la definición de los datos del sistema escolástico institucional (OASis).

2. ¿Cómo está definido el significado de los datos escolásticos?

La respuesta del administrador del sistema escolástico de la ESPOCH (OASis) fue por el tipo de contenido que tiene el dato.

Se establece que para conocer el significado de los datos del sistema escolástico institucional (OASis) el administrador del sistema analiza el contenido de los mismos en las bases de datos.

3. ¿Existe la documentación donde se define el significado de los datos escolásticos?

El administrador del sistema escolástico de la ESPOCH (OASis) responde que está “4 De acuerdo” con la existencia de la documentación

donde se define el significado de los datos del sistema escolástico de la ESPOCH (OASis).

Se confirma la existencia de documentación técnica que define el significado de los datos del sistema escolástico institucional (OASis).

Para estudiar la dimensión “**conceptos del dominio académico de la ESPOCH**”, de la variable independiente, se estudió el indicador “**conceptos del dominio**” por medio de la siguiente pregunta:

4. ¿Existe la definición, en lenguaje formal, de los conceptos del dominio académico?

La respuesta del encuestado fue “4 De acuerdo” con que existe la definición, en lenguaje formal, de los conceptos del dominio académico automatizado en sistema escolástico de la ESPOCH (OASis).

Se afirma que existe una parcial definición de los conceptos del dominio académico.

Otro indicador estudiado de la dimensión “**conceptos del dominio académico de la ESPOCH**”, fue “**jerarquía (taxonomía) de los conceptos**” por medio de la siguiente pregunta:

5. ¿Existe la definición, en lenguaje formal, de la jerarquía existente entre los conceptos del dominio académico?

La respuesta fue “3 Ni de acuerdo ni en desacuerdo” relacionado con la existencia de la definición, en lenguaje formal, de la jerarquía existente entre los conceptos del dominio académico automatizado en sistema escolástico de la ESPOCH (OASis).

Se desconoce la existencia de la definición de la taxonomía de los conceptos del dominio académico.

Para analizar la dimensión “**relaciones entre los conceptos del dominio**”, de la variable independiente, se estudió el indicador “**relaciones entre los conceptos**” por medio de la siguiente pregunta:

6. ¿Existe la definición, en lenguaje formal, de las relaciones existentes entre los conceptos del dominio académico?

La respuesta fue “3 Ni de acuerdo ni en desacuerdo” con respecto a la existencia de la definición, en lenguaje formal, de las relaciones existentes entre los conceptos del dominio académico automatizado en sistema escolástico de la ESPOCH (OASis).

Se desconoce la existencia de la definición de las relaciones existentes entre los conceptos del dominio académico.

Otro indicador estudiado de la dimensión “**relaciones entre los conceptos del dominio**”, fue “**restricciones (axiomas) aplicables a las relaciones existentes entre los conceptos**” por medio de la siguiente pregunta:

7. ¿Existe la definición, en lenguaje formal, de las restricciones aplicables a las relaciones existentes entre los conceptos del dominio académico?

La respuesta fue “3 Ni de acuerdo ni en desacuerdo” con respecto a la existencia de la definición, en lenguaje formal, de las restricciones aplicables a las relaciones existentes entre los conceptos del dominio académico automatizado en sistema escolástico de la ESPOCH (OASis).

Se desconoce la existencia de la definición de las restricciones aplicables a las relaciones existentes entre los conceptos del dominio académico.

4.2 Interpretación de datos

Una vez analizado los resultados obtenidos tanto en la encuesta a secretarías académicas como en las encuestas al administrador del sistema escolástico de la ESPOCH (OASis), se realiza la interpretación de los mismos para evaluar la variable dependiente “**intercambio de información académica**”, como el acceso a la información académica, estructurada y almacenada digitalmente, con distintos modelos de distribución y la variable independiente “**semántica de los datos académicos**”, como la representación formal y jerárquica de los conceptos y las relaciones entre los conceptos, incluyendo las restricciones de las mismas para pertenecer al dominio.

Intercambio de información académica

El estudio de la variable dependiente “Intercambio de Información Académica”, por medio de la dimensión “**disponibilidad de información académica**” arrojó la existencia de un proceso formal para la generación de nuevos reportes académicos y que el 71% de las secretarías académicas está de acuerdo con que se debe facilitar la disponibilidad de los reportes académicos al público en general, el 54% reconocen que el sistema escolástico de la ESPOCH (OASis)

no dispone de todos los reportes académicos que necesitan, por lo que solicitan un total de 28 nuevos reportes académicos, siendo los reportes de “Horarios de clases” y “Estudiantes graduados” por períodos académicos los que representaron el 32% de los solicitados.

El 50% de los encuestados plantean que una vez que identifican la necesidad de un nuevo reporte académico, la Dirección de Tecnologías de la Información (DTIC) encargada de implementarlo en el sistema escolástico de la ESPOCH (OASis), demoran hasta 7 días en implantarlo, aunque el administrador del sistema escolástico respondió que este tiempo promedio es de hasta 15 días.

Con respecto a la dimensión “**acceso a la información académica**”, el 54% de la población encuestada manifestó que pueden acceder a la información académica que el sistema escolástico (OASis) genera, además el administrador del mismo asegura que al ser exportables los reportes se facilita el intercambio de información académica con otros sistemas informáticos.

Sobre la dimensión de análisis “**estructura de la información académica**”, el 57% de los encuestados requieren ordenar los reportes académicos por otros criterios, el 39% le gustaría modificar la estructura de como se muestra la información académica y el 50% solicita que los reportes académicos sean modificables y el administrador del sistema OASis expresa que, al ser los reportes exportables a Word, Excel y PDF, permite ordenar y/o modificar la estructura de los mismos según se necesite.

Al estudiar el indicador “**modelos de distribución de la información académica**” el administrador del sistema OASis manifiesta que, además de exportar los reportes a otros formatos digitales comunes (Word, Excel, PDF), el mismo cuenta con Servicios Web como mecanismo de intercambio de información académica con otros sistemas informáticos.

De todo lo anterior se concluye que es necesario aumentar la disponibilidad de la información académica que la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo gestiona para los órganos de control, pero cuestionan la necesidad de compartirla con el público en general. Aunque la información académica es accesible para las instancias internas de la institución, no siempre tiene el orden y estructura que necesitan, por lo que se genera trabajo adicional.

Por otra parte, es necesario especificar que en el Manual Técnico del sistema escolástico OASis, se establece que los mecanismos de intercambio de

información (Reportes exportables y Servicios Web) están expresamente NO disponibles, en la Web, al necesitarse autenticación y autorización para su utilización.

Semántica de los datos académicos

Del estudio de la variable independiente “Semántica de los datos académicos” a partir de la información facilitada por el administrador del sistema escolástico OASis y luego de analizar el Manual Técnico del mismo, en relación a la dimensión “**definición en lenguaje formal del dominio académico de la ESPOCH**” se deduce que el sistema de gestión de bases de datos utilizado, emplea el lenguaje formal de definición de datos (Data Definition Language, DDL) para definir el esquema conceptual del modelo de los datos escolásticos. Con respecto a la dimensión “**conceptos del dominio académico de la ESPOCH**”, en el Manual Técnico se dispone del Diagrama Entidad Relación para definir de forma gráfica los conceptos de las entidades del modelo de datos escolástico y sus atributos, estableciéndose formalmente la jerarquía de las entidades por medio de las generalizaciones/especificaciones.

Por otra parte, el estudio de la dimensión “**relaciones entre los conceptos del dominio**” evidencia la definición de las relaciones existentes entre los conceptos del dominio académico y sus restricciones, para lo que emplea el lenguaje formal de definición de datos (Data Definition Language, DDL) que permite establecer el tipo de dato y las restricciones mismo además de asegurar la integridad referencia de los datos por medio de las llaves primarias y foráneas.

Por todo lo anterior se concluye que la semántica de los datos académicos del sistema escolástico OASis está definida formalmente en los distintos modelos de Entidad - Relación que están documentados en el Manual Técnico, los mismos que expresan de forma gráfica la jerarquía existente entre los conceptos y sus relaciones, incluyendo las restricciones de las mismas. Además, toda la semántica de los datos académicos está definida, por medio del lenguaje de definición de datos (DDL, por sus siglas en inglés), en el sistema de gestión de bases de datos utilizado.

Pero, al ser los diagramas de entidad relación gráficos, éstos no pueden ser interpretados directamente por otros sistemas informáticos, además que, en el

sistema de gestión de bases de datos, por medio del lenguaje de control de datos (DCL, por sus siglas en inglés) está establecido que se necesita autenticación y autorización para acceder a dicha información, lo que limita el acceso a la misma.

4.3 Verificación de hipótesis

Hasta éste punto el objetivo ha sido demostrar la existencia del problema planteado, o sea que en la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH) la **semántica de los datos académicos** existente dificulta el **intercambio de información académica** con los órganos de control y el público en general.

Con la investigación realizada, se confirma la existencia de la **semántica de los datos académicos** de la ESPOCH, por medio del Lenguaje de Definición de Datos (DDL) y los modelos de Entidad – Relación que constan en los Manuales Técnicos del sistema escolástico institucional OASis, lo que permite que sea examinada utilizando el álgebra y cálculo relacional por medio de un lenguaje de consulta estructurado (SQL, por sus siglas en inglés).

Estas consultas sólo pueden ser acometidas por el conjunto de funcionarios que tienen establecido algún rol dentro del sistema escolástico institucional OASis, en los formatos establecidos por el mismo, lo que ha impuesto mayores costos de desarrollo de nuevos reportes, creando barreras en el **intercambio de información académica** con los órganos de control y la población en general.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

Como resultado de la investigación realizada, se concluye que:

- Es necesario aumentar la disponibilidad, para los órganos de control y el público en general, de la información académica que la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH) gestiona.
- La información académica es accesible para las instancias internas de la ESPOCH, pero no para los organismos de control ni para el público en general, dado que están expresamente no disponibles.
- La estructura y criterio de ordenamiento de la información académica no siempre es el deseado, por lo que se genera trabajo adicional para su presentación.
- La información académica está definida en el lenguaje de definición de datos (DDL) propio del sistema de gestión de bases de datos utilizado.
- La información académica no consta de la definición de los conceptos de sus entidades.
- Están documentados, en los modelos de Entidad – Relación, la jerarquía de las entidades de la información académica.
- Las relaciones y restricciones entre las entidades de la información académica, se establece con el lenguaje de definición de datos (DDL).

5.2 Recomendaciones

Partiendo de las conclusiones anteriores, se recomienda:

- Desarrollar la ontología de la información académica de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, utilizando el Lenguaje de Ontologías Web (OWL, por sus siglas en inglés), para mejorar el procesamiento automático de la misma por otros sistemas informáticos, tanto de entidades internas como externas a la institución.
- Crear la representación de la información académica de la ESPOCH, utilizando la Infraestructura de Descripción de Recursos (RDF).

CAPÍTULO VI PROPUESTA

6.1 Datos Informativos

Título: “Ontologías de persona, estructura académica, planificación curricular y los procesos académicos de matriculación y evaluación de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH) para incidir en su intercambio de información académica”.

Institución ejecutora: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH)

Beneficiarios: Vicerrectorado Académico. Secretaría Académica de Grado

Ubicación: Panamericana Sur Km 1 ½, Riobamba, Chimborazo, Ecuador

Equipo técnico responsable:

- Ing. Jaime Bolívar Ruiz Banda, Mg. (Director de la investigación)
- Ing. Jorge Ariel Menéndez Verdecia (Investigador)
- Especialistas de la Dirección de Tecnología de la Información y Comunicaciones

6.2 Antecedentes de la propuesta

La Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH), es una institución del Sistema de Educación Superior (ESPOCH, 2013), por lo que está abocada a facilitar los procesos que le permitan cumplir con las reglamentaciones establecidas en la Constitución del Ecuador y en la Ley Orgánica de Educación Superior relacionadas con que “...instituciones de educación superior que perciban rentas del Estado...toda información que posean es pública...” (Congreso Nacional, 2004) y que las instituciones del Sistema de Educación Superior obligatoriamente suministrarán a la Secretaría Nacional de Educación Superior, Ciencia, Tecnología e Innovación (SENESCYT) la información que le sea solicitada.

Una vez evidenciado la dificultad que existe en el intercambio de información académica de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH) con los órganos de control y el público en general, motivado por la semántica de los datos académicos existente, se propone el desarrollo de las ontologías de la estructura académica, organización del aprendizaje, personal docente,

estudiantes y registros de calificaciones y asistencia de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH).

La definición de las ontologías propuestas, permitirá a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, mejorar la semántica de los datos académicos que gestiona, influyendo, con esto en el intercambio de información académica.

6.3 Justificación

Como se ha planteado con anterioridad, las Instituciones de Educación Superior (IES) están obligadas a suministrar toda la información que generan, en particular aquellas que son financiadas por el estado; la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH) es una de ellas y dentro de la amplia información que se gestiona y que es de interés, tanto para la sociedad como para los organismos de control se encuentra la información académica.

Cierta información académica de las diferentes IES está publicada en la Web, haciéndola accesible a través de Internet, aunque carecen de la capacidad de intercambio entre diferentes sistemas de información, por tener diferentes características y estar almacenada en repositorios heterogéneos.

Debido al vertiginoso ritmo de aparición y posicionamiento de las tecnologías, ..., se han cometido diversos errores en cuanto a la generación de los contenidos publicados en la Web, y la forma en la que son transmitidos a los usuarios. Estos errores han constituido duplicidad de esfuerzos al desarrollar diversas aplicaciones entre diferentes administradores, sin una estandarización como base y generalmente asociada con el desarrollo de contenidos basados en lenguajes de marcado como HTML. Esto ha dificultado procesos deseables como el compartir la información al tratar con vocabularios no comunes entre los diferentes elementos involucrados, y que al final dan como resultado la percepción por parte del usuario de información diversa y difusa (Samper, 2005, pág. 6).

Las IES no son una excepción, por lo que la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH) se ha propuesto definir las ontologías incluidas en el dominio de la estructura académica, organización del aprendizaje, personal docente, estudiantes y registros de calificaciones y asistencia de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH), con el objetivo de mejorar la

descripción de los conceptos y sus relaciones, o sea la semántica de la información académica, permitiendo disminuir la alta dependencia del conocimiento humano para realizar consultas e inferencias sobre la misma.

Aunque en la actualidad existen numerosos intentos de definir las ontologías relacionadas con procesos académicos, la mayoría están orientados en los sistemas de gestión de objetos de aprendizaje. El sistema escolástico OASis, que la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo tiene implementado, está orientado a gestionar la estructura académica, organización del aprendizaje, personal docente, estudiantes y a los procesos de registro de calificaciones y asistencia de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH).

Por ejemplo, el artículo científico “Ontologías del modelo del alumno y del modelo del dominio en sistemas de aprendizaje adaptativos y colaborativos” (Gascueña, Fernández-Caballero, & González, 2006) realizado por José M. Gascueña y otros, describen “...las características que incluimos en el modelo del alumno y en el modelo del dominio utilizando sendas ontologías.” Utilizando el Web Ontology Language (OWL) con la herramienta de gestión de ontologías Protégé. Este estudio, aunque representa el perfil del alumno, está centrado en definir los estilos de aprendizaje típicos de los estudiantes que permitan definir con precisión los objetos de aprendizajes necesarios para alcanzar el logro de aprendizaje específico.

Otro artículo, publicado en el libro “Artificial Intelligence Applications and Innovations”, titulado “An Ontology-Based Model for Student Representation in Intelligent Tutoring Systems for Distance Learning” (Panagiotopoulos, Kalou, Pierrakeas, & Kameas, 2012) está orientado a los Sistemas de Tutor Inteligente, donde definen la información académica y personal del estudiante. Utilizando el Web Ontology Language (OWL) con la herramienta de gestión de ontologías Protégé, nuevamente. Este estudio, aunque representa el perfil del alumno, está centrado en definir los estilos de aprendizaje típicos de los alumnos, así como, las preferencias estéticas de su ambiente de aprendizaje como color, tipo de fuente, etc.

El trabajo de titulación “Ontología para la recomendación de recursos educativos almacenados en el Repositorio de Objetos de Aprendizaje (ROA) DSpace” (Jara, Benítez, & Cartuche, 2009) utiliza OWL y Protégé para definir la “...Ontología UTPL que abarca área, carreras, asignaturas y contenido...” y

“Ontología DSpace-LOM, en dónde se encuentran almacenados los Objetos de Aprendizaje (OA) usados en la UTPL”. La ontología UTPL no define la estructura orgánica académica de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH) mientras que la ontología DSpace-LOM no está relacionada con el alcance del trabajo de investigación.

6.4 Objetivos

Objetivo general

Elaborar la semántica de los datos académicos del sistema escolástico OASis de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH) utilizando Ontology Web Language (OWL) para incidir sobre el intercambio de información académica.

Objetivos específicos

- Definir el modelo conceptual ontológico de los estudiantes y el personal docente de la ESPOCH.
- Definir el modelo conceptual ontológico de la estructura académica de la ESPOCH.
- Definir el modelo conceptual ontológico de la planificación curricular de la carrera de Ingeniería en Sistemas de la Facultad de Informática y Electrónica de la ESPOCH.
- Definir el modelo conceptual ontológico de los procesos académicos, matriculación y evaluación, desarrollados por los docentes de la ESPOCH.
- Evaluar la incidencia de la semántica de los datos académicos en el intercambio de información académica de la ESPOCH.

6.5 Análisis de factibilidad

Esta etapa se realiza con el objetivo de demostrar la posibilidad, tanto económica, técnica como organizacional, de realizar las “Ontologías de persona, estructura académica, planificación curricular y los procesos académicos de matriculación y evaluación de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH) para incidir en su intercambio de información académica”.

Factibilidad Económica

La alternativa de mejorar la semántica de los datos académicos, utilizando OWL, en la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH), tendría cero costos económicos para la institución, dado que se realizaría como parte del presente trabajo de investigación generando ingentes beneficios económicos al disminuir los tiempos para la entrega de información a los órganos de control, así como para generar nuevas inferencias sobre los datos académicos que dispone.

Factibilidad Técnica

El equipo de investigación cuenta con los conocimientos necesarios para mejorar la semántica de los datos académicos, utilizando OWL. Esto debido a que se cuenta con la asesoría del candidato a PhD Danilo Pastor, estudioso de los temas relacionados con la Web Semántica y que el investigador, Ing. Jorge Menéndez, ha participado en el desarrollo del sistema escolástico OASis por lo que, de los modelos que se propone definir las ontologías, se dominan sus conceptos y relaciones.

Además, la ESPOCH dispone de toda la tecnología requerida para la puesta en producción de la semántica de los datos académicos, utilizando OWL.

Factibilidad Organizacional

Al ser la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH) una institución de educación superior está comprometida con la investigación y el avance tecnológico, por lo que apoya todas las investigaciones que permiten optimizar procesos, en especial sus procesos académicos. Además de que, al mejorar la semántica de los datos académicos de la ESPOCH, incidirá en el cumplimiento de las normas legales relacionadas con el suministro de información a los órganos de control y al público en general.

Por todo lo anteriormente expuesto, se concluye que en la actualidad la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH), dispone de la información y elementos relevantes para mejorar la semántica de sus datos académicos que permita incidir sobre los procesos de intercambio de información académica.

6.6 Fundamentación

En julio de 1945, Vannevar Bush planteaba, en su artículo “As We May Think” (Bush, 1945) que “...el número de las publicaciones han sobrepasado los límites de nuestra capacidad actual de hacer uso de la información que contienen...” y establece que esto se debe a que “...cuando se almacenan datos de cualquier clase, se hace en orden alfabético o numérico, y la información se puede localizar (si ello resulta posible) siguiéndole la pista a través de clases y subclases...” y expresa que “...la mente humana no funciona de esa manera...”, que “...la mente opera por medio de la asociación...” o sea “...cuando un elemento se encuentra a su alcance, salta instantáneamente al siguiente que viene sugerido por la asociación de pensamientos...”, esta afirmación es considerada una de las primeras aproximaciones al concepto de hipertexto. Además, establece que “...la selección por asociación, y no por indexación, puede ser mecanizada...”.

Más tarde, en 1990 Timothy “Tim” John Berners-Lee, conocido como el padre de la Web, plasma esta idea con el Lenguaje de Mercado HiperTextual (HTML), el Protocolo de Transferencia de HiperTextos (HTTP) y el sistema de Localización Uniforme de Recursos (URL) en la web como se le conoce en la actualidad.

La World Wide Web (WWW) hoy día se ha convertido en una fuente de información tal que es presentada como la autopista de la información y considerada la base de lo que se vislumbra como la sociedad del conocimiento. La sociedad utiliza la Web como la fuente de información donde realiza búsquedas sobre algún tema en particular utilizando fundamentalmente los motores de búsquedas basados en palabras claves, como por ejemplo Google, pero “sus resultados no pueden ser interpretados por las máquinas” (Antoniou & van Harmelen, 2008, pág. 2).

Además, afirman que “Un enfoque alternativo es representar el contenido web en forma que sea procesable por las máquinas y la utilización de técnicas inteligentes para tomar ventaja de estas representaciones ...la iniciativa de la Web Semántica...” (Antoniou & van Harmelen, 2008, pág. 3).

La Web Semántica

La Web Semántica es otro proyecto propuesto por Timothy “Tim” John Berners-Lee en el World Wide Web Consortium (W3C) con el objetivo de agregar metadatos semánticos y ontológicos a la World Wide Web (WWW) que mejoren el procesamiento automático de la información que en ella está presente, permitiendo “...que los sistemas de información sean capaces de buscar por conceptos” (Codia & Cristófol, 2006).

La definición oficial de Web Semántica por el World Wide Web Consortium (W3C), la que es utilizada en el presente trabajo de investigación, es:

La Web Semántica proporciona un marco común que permite que los datos sean compartidos y reutilizados a través de aplicaciones, empresas y fronteras comunitarias. Es un esfuerzo colaborativo liderado por el W3C con la participación de un gran número de investigadores y socios industriales. Está basado en Resource Description Framework (RDF). (W3C staff, 2016)

En las recomendaciones del World Wide Web Consortium (W3C) establecen que el Web Semántica está “...construida sobre la capacidad del Extensible Markup Language (XML) para definir esquemas de etiquetados personalizados y la flexibilidad del Resource Description Framework (RDF) para representar datos...” y a continuación afirman que se requiere del “... Web Ontology Language ...para describir formalmente la semántica de las clases y sus propiedades...” (World Wide Web Consortium (W3C), 2009).

Ontología

Existen críticos a los muchos conceptos de ontología existentes (filosóficos, inteligencia artificial, ingeniería de software, etc.) como, por ejemplo, Werner Ceusters en su recurso complementario “Biomedical Ontologies: Toward Sound Debate” (Ceusters, 2015) en el debate del artículo científico “Biomedical Ontologies: Toward Scientific Debate” de Maojo et al. publicado en la revista científica *Methods of information in medicine* (Maojo, y otros, 2011). Werner luego de un largo análisis concluye que “...antes de responder la pregunta ¿Qué es una ontología?, uno tendría primero que responder la pregunta ¿Qué significa la palabra ontología? ...” (Ceusters, 2015, pág. 7).

La palabra ontología se forma a través de los términos griegos *ὄντος*, onto, que significa ser y *λόγος*, logía, que significa ciencia, tratado, teoría. El diccionario

de la lengua española, define ontología desde el punto de vista filosófico como “Parte de la metafísica que trata del ser en general y de sus propiedades transcendentales” (Real Academia Española, 2016), o sea estudia la naturaleza del ser determinando sus características y relaciones fundamentales.

Uno de los conceptos más extendido de ontología, desde el punto de vista de la ciencia de la información es el enunciado por Thomas Gruber en su artículo “A translation approach to portable ontology specifications”:

Una ontología es una especificación explícita de una conceptualización. El término proviene de la filosofía, donde una ontología es un recuento sistemático de la existencia. En sistemas de Inteligencia Artificial, lo que existe es lo que puede ser representado. Cuando el conocimiento de un dominio se representa mediante un formalismo declarativo, el conjunto de objetos que puede ser representado se llama universo del discurso. Esos conjuntos de objetos, y las relaciones que se establecen entre ellos, son reflejados en un vocabulario con el cual representamos el conocimiento en un sistema basado en conocimiento. Así, en el contexto de la Inteligencia Artificial, podemos describir la ontología de un programa como un conjunto de términos. En tal ontología, las definiciones asocian nombres de entidades del universo del discurso con textos comprensibles por los humanos que describen el significado de los nombres, y axiomas formales que limitan la interpretación y buen uso de dichos términos. Formalmente, una ontología es una teoría lógica" (Gruber, 1993, págs. 199-220).

Este concepto es considerado muy general y Willem Nico Borst en su Tesis de Doctorado lo define como “Una ontología es una especificación *formal* de una *conceptualización compartida*.” (Borst, 1997), donde se refiere a la identificación de los conceptos (*conceptualización*) consensuados por un grupo (*compartidos*) sobre un dominio, de manera que sea interpretada por las computadoras (*formal*).

En su artículo científico “Formal Ontology and Information Systems”, Nicola Guarino establece que: “Una ontología puede especificar una conceptualización en una forma muy indirecta, puesto que i) solo puede aproximar un conjunto de modelos pretendidos; y ii) tal conjunto de modelos

pretendidos sólo es una caracterización débil de una conceptualización.” (Guarino, 1998, pág. 6)

Dado el alcance del trabajo de investigación, se utilizará el concepto de que “una ontología es una especificación *formal* de una caracterización débil de una *conceptualización compartida*”, donde se establecen, de manera que sean interpretados por las computadoras (*formal*), los conceptos (*conceptualización*), consensuados por la comunidad politécnica de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH) (*compartidos*) sobre algunos subdominios del dominio académico establecido en su Reglamento de Régimen Académico Institucional de Grado (ESPOCH, Consejo Politécnico, 2014).

Tipos de Ontologías

En la literatura consultada, existen muchas formas de clasificar las ontologías. En su tesis doctoral, Castellano Nieves realiza un compendio de muchas de éstas clasificaciones de ontologías, las mismas que agrupa “...por el conocimiento que contienen ... por la motivación ... por el grado de formalidad...” (Castellanos Nieves & Fernández, 2008, págs. 63-68)

En su libro “Ontologies: A Silver Bullet for Knowledge Management and Electronic Commerce 2nd Edition”, Dieter Fensel presenta una clasificación de las ontologías (Fensel, 2004, págs. 5-6):

- Ontologías de Dominio: describen el conocimiento válido para un tipo de dominio en particular (ej. Química, electrónica, medicina, mecánica, dominio digital).
- Ontologías de Metadatos: describen el contenido de las fuentes de información en línea.
- Ontologías Genéricas: capturan el conocimiento general acerca del mundo, proveyendo nociones y conceptos básicos de las cosas como el tiempo, espacio, estado, evento, etc.
- Ontologías de Representación: no se refieren a ningún dominio en particular y proveen la representación de entidades sin indicar lo que debe ser representado.
- Ontologías de Tareas: proveen términos específicos para una tarea en particular.

- Ontologías de Método: provee términos sobre los métodos para resolver el problema.
- Ontologías de Aplicación: contienen todo el conocimiento necesario para modelar un dominio en particular (usualmente es una combinación de las ontologías de dominio y método).

Otra clasificación propuesta para las ontologías es la descrita por Nicola Guarino, según el nivel de generalidad (Guarino, 1998, pág. 9):

- Ontologías de Alto Nivel: describen conceptos muy generales como espacio, tiempo, materia, objeto, evento, acción, etc., los cuales son independientes de un problema o dominio en particular. Por lo tanto, parece razonable, al menos en teoría, tener ontologías unificadas de alto nivel para grandes comunidades de usuarios.
- Ontologías de Dominio y Ontologías de Tarea: describen, respectivamente, el vocabulario relacionado a un dominio genérico (como medicina o automóviles) o una tarea o actividad genérica (diagnóstico o venta), mediante la especialización de los términos introducidos en la ontología de alto nivel.
- Ontologías de Aplicación: describen conceptos que dependen tanto de un dominio como de una tarea en particular, los cuales frecuentemente son especializaciones de ambas ontologías. A menudo, estos conceptos corresponden a los roles desempeñados por entidades del dominio mientras realizan cierta actividad. Contienen conocimiento esencial para modelar una aplicación particular bajo consideración.

Partiendo de las anteriores clasificaciones de ontologías, en la presente investigación se desarrolla una Ontología de Aplicación, al describirse ontologías de dominios (ej. estructura académica de la ESPOCH, personal docente, estudiantes, organización del aprendizaje) y ontologías de métodos o tareas (ej. inscripción, matriculación de los estudiantes, registros de calificaciones y asistencia por parte de los docentes).

Metodologías de construcción de ontologías

En el libro “Semantic Web and Education”, su autor, Vladan Devedzic afirma que

Las metodologías de construcción de ontologías abarcan un conjunto de principios establecidos, procesos, prácticas, métodos y actividades usadas en el diseño, construcción, evaluación e implantación de la ontología. Algunas metodologías han sido reportadas en la literatura. A partir de encuestas como las de (Corcho et al., 2003) and (Staab and Studer, 2004), se arriba a que:

- La mayoría de las metodologías de desarrollo de ontologías han sido propuestas para la construcción de ontologías.
- Algunas otras metodologías incluyen métodos para combinar, reingeniería, mantenimiento, y desarrollo de las ontologías.
- Otras metodologías se basan en los procesos y prácticas de desarrollo de software en general aplicado al desarrollo de ontologías.

No existe la mejor metodología, porque no hay una sola forma “correcta” de modelar un dominio. Además, el desarrollo de una ontología es necesariamente un proceso iterativo (Devedzic, 2006, págs. 44-45).

Entre las metodologías de construcción de ontologías no cooperativas, se pueden mencionar Cyc, On-To.Knowledge y Methontology

- Cyc
- On-to-Knowledge
- Methontology

Metodología Cyc

La metodología Cyc (Lenat & Guha, 1990) se desarrolla en la medida que se desarrolla el proyecto de inteligencia artificial homónimo, que pretende construir una ontología que permita razonar como los humanos. Este proyecto es iniciado por Doug Lenat en el año 1984 y a los 30 años, ya tienen una computadora que puede razonar como un niño de sexto grado.

Esta metodología recomienda los siguientes pasos:

- Codificación manual de conocimiento implícito y explícito extraído de diferentes fuentes
- Codificación de conocimiento usando herramientas software
- Delegación de la mayor parte de la codificación en las herramientas

El proyecto es propiedad de la empresa Cycorp Inc. y es software propietario.

Metodología On-to-Knowledge

El proyecto On-to-Knowledge aplica ontologías a la información disponible electrónicamente para mejorar la calidad de la gestión de conocimiento en organizaciones grandes y distribuidas. Esta metodología recomienda los siguientes pasos (Staab, Studer, Schnurr, & Sure, 2001, págs. 28-30):

- Estudio de viabilidad: donde se identifican las áreas de problemas /oportunidades y se definen las metas de la solución.
- Comienzo: se especifican los requerimientos, analizan las fuentes de entrada y se desarrolla una taxonomía base.
- Refinamiento: se contrastan los conceptos con expertos del dominio, se conceptualizan de manera formal y se establecen sus relaciones y restricciones.
- Evaluación: se revisa y enriquece la ontología basado en la retroalimentación obtenida, se analizan patrones de uso y cuestiones competitivas
- Mantenimiento: gestiona la organización de los procesos de mantenimiento de la ontología.

Metodología Methontology

En su artículo científico “Methodologies, tools and languages for building ontologies. Where is their meeting point?” Corcho et al. donde realizan un estudio sobre las metodologías, herramientas y lenguajes para la construcción de ontologías, plantean que:

Methontology es una metodología, ..., para construir ontologías tanto partiendo desde cero como reusando otras ontologías, o a través de un proceso de reingeniería. ... e incluye: identificación del proceso de desarrollo de la ontología donde, un ciclo de vida basado en la evolución de prototipos; y los pasos a ejecutar en cada actividad, las técnicas usadas, los productos a obtener y cómo deben ser evaluados. ...identifica cuáles tareas tienen que ser desarrolladas en la construcción de una ontología (planificación, control, aseguramiento de la calidad, especificación, adquisición de conocimiento, conceptualización, integración, formalización,

implementación, evaluación, mantenimiento, documentación y gestión de la configuración) (Corcho, Fernández-Lopez, & Gómez-Pérez, 2003, pág. 46). Esta metodología fue desarrollada por el Ontology Engineering Group, de la Escuela Técnica Superior de Ingeniería Informática de la Universidad Politécnica de Madrid (Ontology Engineering ingGroup, 2015), quienes desde el 2006 no están dando soporte a dicha metodología en beneficio de Metodología NeOn (Ontology Engineer ingGroup, 2016) que "... es una metodología basada en escenarios para el desarrollo de redes de ontologías..." cubriendo todos los procesos de la construcción de ontologías "...incluyendo desarrollo colaborativo de ontologías, reutilización de recursos ontológicos y no ontológicos, y la evolución y mantenimiento de ontologías en red."

Los autores de Metodología NeOn plantean que "Las claves de la Metodología NeOn son:"

- Un conjunto de nueve escenarios para la construcción de ontologías y redes de ontologías, haciendo hincapié en la reutilización de los recursos ontológicos y no ontológicos, la reingeniería y la fusión, y teniendo en cuenta la colaboración y el dinamismo.
- El Glosario de Procesos y Actividades identifica y define aquellos procesos y actividades involucrados en el desarrollo de redes de ontologías.
- Directrices metodológicas para diferentes procesos y actividades del proceso de desarrollo de la ontología de la red, tales como la reutilización y la reingeniería de los recursos ontológicos y no ontológicos, la especificación de los requisitos de la ontología, la localización de la ontología, la programación, etc. Todos los procesos y actividades se describen con (a) una tarjeta llena, (b) un flujo de trabajo, y (c) ejemplos. (Ontology Engineer ingGroup, 2015)

El conjunto de nueve escenarios para la construcción de ontologías, según la Metodología NeOn (Ontology Engineer ingGroup, 2016), se describen a continuación:

Escenario 1: Desde la especificación de la aplicación. La red de ontologías se desarrolla a partir de cero (sin volver a utilizar los recursos existentes). Los desarrolladores deben especificar los requisitos de la ontología. Después de eso, se asesora para llevar a cabo una búsqueda

de recursos potenciales para ser reutilizados. A continuación, la actividad de planificación se debe realizar, y los desarrolladores deben seguir el plan.

Escenario 2: La reutilización y reingeniería de los recursos ontológicos (NOR). Los desarrolladores deben llevar a cabo el proceso de reutilización NOR para decidir, de acuerdo con los requisitos de la ontología, que NORs pueden ser reutilizados para construir la red de la ontología. A continuación, los NORs seleccionados deben ser volver al proceso de re-ingeniería ontológicas.

Escenario 3: La reutilización de los recursos ontológicos. Los desarrolladores utilizan recursos ontológicos (ontologías como un conjunto de módulos ontológicos, y / o declaraciones ontológicas) para construir redes de ontologías.

Escenario 4: La reutilización y re-ingeniería de los recursos ontológicos. Los desarrolladores de ontologías reutilizan los recursos y reorganizar los recursos ontológicos.

Escenario 5: La reutilización y la fusión de los recursos ontológicos. Este escenario se produce cuando varios recursos ontológicos en el mismo dominio que se seleccionan para su reutilización, y los desarrolladores desean crear un nuevo recurso ontológico con los recursos seleccionados. Las directrices se presentan en el enlace de directrices.

Escenario 6: Reutilización, la fusión y re-ingeniería de los recursos ontológicos. Los desarrolladores de ontologías reutilizan, combinan y reorganizan los recursos-ontológicos. Este escenario es similar al Escenario 5, pero en este caso los desarrolladores deciden reorganizar el conjunto de recursos combinados.

Escenario 7: Reutilización de los patrones de diseño de ontologías (ODPs). Los desarrolladores de ontologías acceden a repositorios de reutilización ODPs.

Escenario 8: Reestructuración de recursos ontológicos. Los desarrolladores de ontologías reestructuran (modularizan, podan, extienden y / o especializan) recursos ontológicos que deben integrarse posteriormente en la red de ontologías.

Escenario 9: Localización de recursos ontológicos. Los desarrolladores de ontologías adaptan una ontología a otras lenguas y la cultura las comunidades, obteniendo así una ontología multilingüe. Las directrices se presentan en el enlace de directrices. (Ontology Engineer ingGroup, 2015)

6.7 Metodología

Para el desarrollo de las “Ontologías de persona, estructura académica, planificación curricular y los procesos académicos de matriculación y evaluación de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH) para incidir en su intercambio de información académica”, se utiliza la Metodología NeOn en su Escenario 1, o sea, desde la especificación de la aplicación.

La Metodología NeOn, para el desarrollo de una ontología, propone cuatro fases y dentro de cada una se establecen las tareas a desarrollar (Ontology EngineeringGroup, 2016) como se muestra a continuación:

- Fase de Inicialización
 - Estudio del ambiente de la ontología
 - Estudio de factibilidad de la ontología
 - Especificación de requerimientos de la ontología
 - Planificación
- Fase de Diseño
 - Conceptualización de la ontología
 - Formalización de la ontología
- Fase de Implementación
 - Implementación de la ontología
- Fase de mantenimiento
 - Actualización de la ontología
 - Versionamiento de la ontología

Además, se establecen una serie de tareas generales (Ontology EngineeringGroup, 2016) que se desarrollan durante todo el proyecto, las que se listan a continuación:

- Control
- Aseguramiento de la calidad de la ontología
- Gestión de la configuración de la ontología
- Obtención de la ontología
- Documentación de la ontología
- Evaluación de la ontología
- Evaluación del uso de la ontología

En el próximo subcapítulo se procede a la especificación de la ontología propuesta utilizando la metodología descrita.

6.8 Modelo Operativo

Como se ha comentado, en este subcapítulo, se procede a la aplicación de la Methodology NeOn para la especificación de la ontología propuesta.

Dada la complejidad de la ontología a desarrollar y con el objetivo de organizar de mejor manera las características y relaciones entre ellas, de las entidades que componen el dominio de análisis, se ha dividido el proceso en 4 ontologías, 2 ontologías de dominio (“Persona” y “EstructuraAcademica”) y 2 ontologías de tarea (“PlanificacionCurricular” y “ProcesoAcademico”), las mismas que están estrechamente relacionadas entre sí y se desarrollaron en función del Reglamento de Régimen Académico de Grado de la ESPOCH (ESPOCH, Consejo Politécnico, 2014):

- “Persona”: establece los tipos de datos Estudiante y Personal Docente (Profesor), con sus propiedades y relaciones.
- “EstructuraAcadémica”: detalla las propiedades y relaciones de los tipos de datos Institución, Facultad, Escuela, Carrera, Cohorte, Curso y Período Académico del dominio Estructura Académica de la ESPOCH.
- “PlanificaciónCurricular”: describe, del dominio Planificación Curricular, los tipos de datos Plan de Estudio y Asignaturas, con sus propiedades y requisitos.
- “ProcesoAcadémico”: especifica las propiedades y relaciones entre los tipos de datos (Distributivo Académico, Asignatura Planificada, Matrícula y Asignatura Matriculada) involucrados con los Procesos Académicos de la ESPOCH matriculación y evaluación de asignaturas.

6.8.1 Ontología Persona

La ontología de dominio “Persona” se construye con el objetivo de definir los conceptos de las entidades que están directamente relacionadas con el proceso de enseñanza aprendizaje establecido en el Reglamento de Régimen Académico de Grado (ESPOCH, Consejo Politécnico, 2014, págs. 25,30).

Esta ontología de dominio define los tipos de datos Estudiante y Personal Docente, además de que es utilizada en la definición de la Estructura Académica y Procesos Académicos de la ESPOCH.

La ontología de dominio “Persona”, permitirá a los organismos de control y al público en general, conocer las características del Docente y los Estudiantes de la ESPOCH.

Esta ontología permite satisfacer los requerimientos que a continuación se detallan:

- ¿Qué categoría docente (Agregado, Auxiliar, Principal) posee un docente?
- ¿Cuántos docentes de la ESPOCH tienen una categoría docente específica?
- ¿Cuáles docentes de la ESPOCH están en una categoría docente específica?
- ¿Qué relación de dependencia (Nombramiento u Ocasional) con la ESPOCH, mantiene un docente?
- ¿Cuántos docentes de la ESPOCH tienen una relación de dependencia específica?
- ¿Cuáles docentes de la ESPOCH tienen relación de dependencia específica?
- ¿Cuál es el Tiempo de Dedicación (Medio Tiempo, Tiempo Completo y Tiempo Parcial) que tiene un docente en la ESPOCH?
- ¿Cuántos docentes de la ESPOCH tienen un Tiempo de Dedicación específico?
- ¿Cuáles docentes de la ESPOCH tienen un Tiempo de Dedicación específico?
- ¿Cuál fue la Forma de Inscripción (SNNA, Cambio de Unidad y Migración) de un estudiante a la ESPOCH?
- ¿Cuántos estudiantes de la ESPOCH se inscribieron con una Forma de Inscripción específica?
- ¿Cuáles estudiantes de la ESPOCH se inscribieron con una Forma de Inscripción específica?
- ¿Cuál fue el Título que poseía un estudiante al ingresar a la ESPOCH?
- ¿Cuántos estudiantes de la ESPOCH se matricularon con un Título específico?

- ¿Cuáles estudiantes de la ESPOCH se matricularon con un Título específico?
- ¿En qué eventos culturales, científicos o deportivos ha representado a la ESPOCH un estudiante específico?
- ¿Cuántos estudiantes han representado en algún evento específico (cultural, científico o deportivo) a la ESPOCH?
- ¿Cuáles estudiantes han representado en algún evento específico (cultural, científico o deportivo) a la ESPOCH?

Modelo conceptual

La jerarquía entre los conceptos (relación taxonómica) que componen la ontología de dominio “Persona”, como se muestra en la Figura No. 5, establece que las entidades Estudiante y Docente heredan de la entidad Persona.

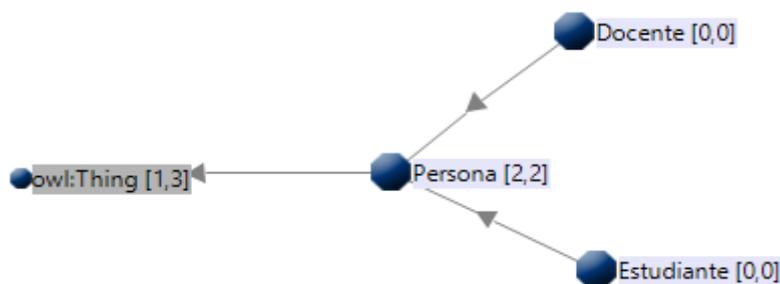


Figura No. 5 Taxonomía de la ontología de dominio "Persona"
Elaborado por: investigador

La ontología de dominio “Persona”, está compuesta por la entidad Persona, que hereda de la entidad general Thing, contiene las características generales tanto de Estudiantes como Personal Docente.

La entidad Docente representa a los profesores e investigadores titulares y no titulares, “...con diferente tipo, categoría y dedicación, que tiene a su cargo el desarrollo de asignaturas y demás componentes curriculares del programa de estudio.” (ESPOCH, 2013, pág. 57) de la ESPOCH mientras que Estudiante es aquella persona que estudia alguna carrera en la ESPOCH.

Dado que, tanto la entidad Estudiante como Docente poseen características similares, las mismas fueron definidas en la entidad Persona y se detallan en el Cuadro No. 3, o sea que las Personas tienen un identificador que puede ser la Cédula de Ciudadanía o Pasaporte, además pueden tener definidos sus Nombres y Apellidos, así como tener definido un Sexo (Masculino, Femenino).

Característica	Rango	Cardinalidad
ID	String	1:1
CI	String	1:1
Nombre	String	0:1
Apellido	String	0:1
Sexo	String	0:1

Cuadro No. 3 Características de la entidad Persona

Elaborado por: investigador

La entidad Estudiante posee las características que se establecen en el Cuadro No. 4, además de las heredadas de la entidad Persona, poseen de qué forma se inscribieron (FormaDeInscripcion) en la institución (Cambio de Unidad Académica, Inscripción, SNNA, etc.), al menos posee un título (TituloObtenido) y puede haber representado a la institución en actividades culturales, deportivas e investigativas (Representaciones).

Característica	Rango	Cardinalidad
FormaDeInscripción	String	1:1
Representaciones	String	0:n
TituloObtenido	String	1:n

Cuadro No. 4 Características de la entidad Estudiante

Elaborado por: investigador

La entidad Docente posee las características que se establecen en el Cuadro No. 5, donde además de las heredadas de la entidad Persona, posee un Cargo, una CategoriaDocente(Auxiliar, Agregado, Principal), una RelacionDeDependencia(Contratado, Nombramiento), un TiempoDeDedicacion(Parcial, Medio Tiempo, Total), puede tener definido el TipoDeSangre y poseer un TipoDeTitulo (Doctor, Economista, Ingeniero, Licenciado, etc.) y al menos un TituloDeGrado.

Característica	Rango	Cardinalidad
Cargo	String	1:1
CategoriaDocente	String	1:1
RelacionDeDependencia	String	1:1
TiempoDeDedicacion	String	1:1
TipoDeSangre	String	0:1
TipoDeTitulo	String	1:1
TituloDeGrado	String	1:n

Cuadro No. 5 Características de la entidad Docente

Elaborado por: investigador

Una vez definida las entidades Persona, Estudiante y Docente en la ontología de dominio "Persona", se procede a describir la ontología de dominio "Estructura Académica" de la ESPOCH.

6.8.2 Ontología Estructura Académica

La ontología de dominio "EstructuraAcadémica" se construye con el objetivo de definir los conceptos de las entidades que están directamente relacionadas con

la estructura académica de la ESPOCH, establecida en el Reglamento de Régimen Académico de Grado (ESPOCH, Consejo Politécnico, 2014, pág. 8). Esta ontología de dominio define los tipos de datos Institución, Facultad, Escuela, Carrera, Curso, Cohorte y Período Académico, además de que es utilizada posteriormente en la definición de los Procesos Académicos de la ESPOCH.

La ontología de dominio “EstructuraAcadémica”, permitirá a los organismos de control y al público en general, conocer la “...estructura académica por procesos que responde a los principios de calidad, igualdad de oportunidades, alternabilidad y equidad de género, para la gobernabilidad y gestión académica” (ESPOCH, Consejo Politécnico, 2014, pág. 8).

Esta ontología de dominio permite satisfacer los requerimientos que a continuación se detallan:

- ¿Quiénes son las autoridades de la institución?
- ¿Qué facultades posee la institución?
- ¿Cuántas facultades posee la institución?
- ¿Quiénes son las autoridades de una facultad específica?
- ¿Qué escuelas posee una facultad específica?
- ¿Cuántas escuelas posee una facultad específica?
- ¿Quiénes son las autoridades de una escuela específica?
- ¿Qué carreras oferta una escuela específica?
- ¿Cuántas carreras oferta una escuela específica?
- ¿Cuántas cohortes tiene una carrera específica?
- ¿Cuáles son las fechas de creación y cierre de una cohorte específica?
- ¿Cuántos cursos (nivel y paralelo) tiene una cohorte específica?
- ¿Cuántos períodos académicos ha tenido la institución?
- ¿Cuáles son las fechas de creación y cierre de un período académico específico?

Modelo conceptual

La jerarquía entre los conceptos (relación taxonómica) que componen la ontología de dominio “EstructuraAcadémica”, como se muestra en Figura No. 6, establece que las entidades Institución, Facultad, Escuela y Carrera heredan

de la entidad EntidadAcadémica que contiene las características comunes entre ellas.

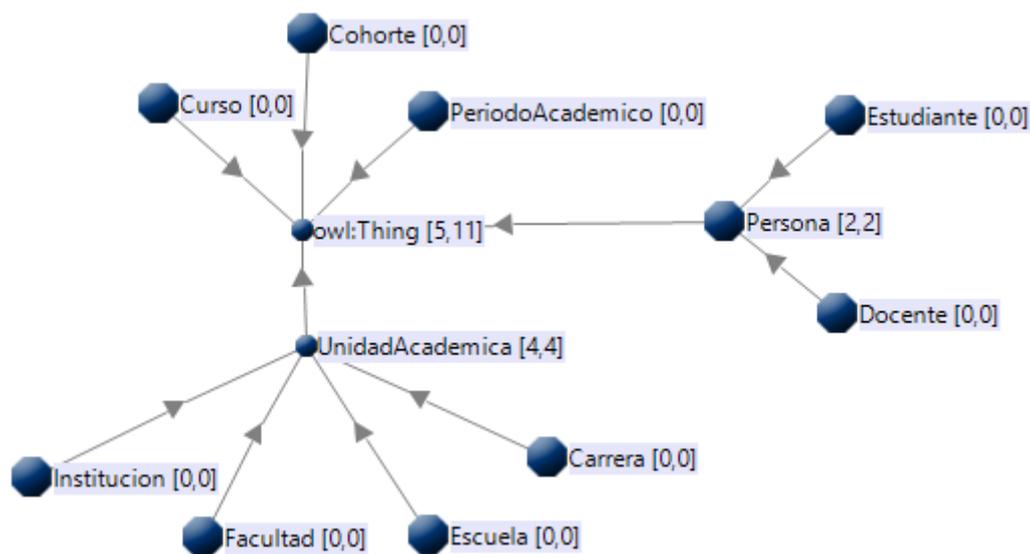


Figura No. 6 Taxonomía de la ontología de dominio "Estructura Académica"
Elaborado por: investigador

La ontología de dominio "EstructuraAcadémica", está compuesta por las entidades Curso, Cohorte, PeriodoAcademico y EntidadAcadémica, que heredan de la entidad general Thing.

La entidad Institución representa a la "...comunidad académica de profesoras y profesores, ..., estudiantes, ...que se rigen por los principios de: ..., rendición social de cuentas, ..." (ESPOCH, 2013, pág. 1), Facultad "es una unidad académica de carácter científico tecnológico y humanístico" (ESPOCH, 2013, pág. 48), que está formada por Escuelas y estas tienen Carreras, las mismas que otorga un título de tercer nivel, de grado.

Las Carreras, en cada PeríodoAcadémico, abren nuevas Cohortes, las mismas que pueden ser divididas en grupos de estudiantes más pequeños conocidos como Cursos o Paralelos.

Dado que, las entidades Institución, Facultad, Escuela y Carrera poseen características comunes, las mismas fueron definidas en la entidad UnidadAcadémica, las que se muestran en el Cuadro No. 6, esto quiere decir que todas las unidades académicas tienen un identificador ID, y pueden tener definido unas Siglas, un Nombre, una Direccion, Telefono, fecha de creación de la unidad académica (FechaCreacion) y si ha sido cerrada, entonces fecha de cierre (FechaCierre).

Característica	Rango	Cardinalidad
ID	String	1:1
Siglas	String	0:1
Nombre	String	0:1
Direccion	String	0:1
Telefono	String	0:n
FechaCreacion	dateTime	0:1
FechaCierre	dateTime	0:1

Cuadro No. 6 Características de la entidad UnidadAcademica
Elaborado por: investigador

La entidad Institución posee las características que se establecen en el Cuadro No. 7, además de las heredadas de la entidad UnidadAcademica, puede tener definido sus autoridades (tieneRector, tieneVicerectorAcademico, tieneVicerectorAdministrativo, tieneVicerectorInvestigación), quienes deben ser Docente, y al menos haber definido un período académico (tienePeriodoAcademico) y al menos una facultad (tieneFacultad).

Característica	Rango	Cardinalidad
tieneRector	Thing	0:1
tieneVicerectorAcademico	Thing	0:1
tieneVicerectorAdministrativo	Thing	0:1
tieneVicerectorInvestigación	Thing	0:1
tienePeriodoAcademico	Thing	1:n
tieneFacultad	Thing	1:n

Cuadro No. 7 Características de la entidad Institucion
Elaborado por: investigador

La entidad Facultad posee las características que se establecen en el Cuadro No. 8 y además de las heredadas de la entidad UnidadAcademica, puede tener definida sus autoridades (tieneDecano, tieneVicedecano) y al menos una Escuela (tieneEscuela).

Característica	Rango	Cardinalidad
tieneDecano	Thing	0:1
tieneVicedecano	Thing	0:1
tieneEscuela	Thing	1:n

Cuadro No. 8 Características de la entidad Facultad
Elaborado por: investigador

La entidad Escuela posee las características que se establecen en el Cuadro No. 9 y además de las heredadas de la entidad UnidadAcademica, puede tener definida su autoridad (tieneDirector) y al menos una Carrera (tieneCarrera).

Característica	Rango	Cardinalidad
tieneDirector	Thing	0:1
tieneCarrera	Thing	1:n

Cuadro No. 9 Características de la entidad Escuela
Elaborado por: investigador

La entidad Carrera posee las características que se establecen en el Cuadro No. 10 y además de las heredadas de la entidad UnidadAcademica, tiene abierta al menos una Cohorte.

Característica	Rango	Cardinalidad
tieneCohorte	Thing	1:n

Cuadro No. 10 Características de la entidad Carrera
Elaborado por: investigador

La entidad Cohorte posee las características que se establecen en el Cuadro No. 11 esta entidad no hereda de UnidadAcademica, y sus características son: un identificador ID y al menos un Curso o Paralelo y puede tener definido una descripción CohorteDescripcion, una fecha de inicio (FechaCreacion) y una fecha de fin (FechaCierre) de la cohorte.

Característica	Rango	Cardinalidad
ID	String	1:1
CohorteDescripcion	String	0:1
FechaCreacion	dateTime	0:1
FechaCierre	dateTime	0:1
tieneCurso	Thing	1:n

Cuadro No. 11 Características de la entidad Cohorte
Elaborado por: investigador

La entidad Curso posee las características que se establecen en el Cuadro No. 12 y está definido por el semestre (Nivel) y el (Paralelo); cuando la cantidad de estudiantes en una Cohorte es muy grande se pueden crear varios paralelos.

Característica	Rango	Cardinalidad
Nivel	String	1:1
Paralelo	String	1:1

Cuadro No. 12 Características de la entidad Curso
Elaborado por: investigador

La entidad PeriodoAcademico posee las características que se establecen en el Cuadro No. 13, o sea, un identificador (ID), nombre (Nombre) la fecha de inicio (FechaCreacion) y fecha fin (FechaCierre).

Característica	Rango	Cardinalidad
ID	String	1:1
Nombre	String	0:1
FechaCreacion	dateTime	0:1
FechaCierre	dateTime	0:1

Cuadro No. 13 Características de la entidad PeriodoAcademico
Elaborado por: investigador

Con el objetivo de representar las relaciones existentes entre las entidades, se elabora la Figura No. 7 donde se establece que la Institución tiene como rector (tieneRector) a un Docente y al ser simétrica la relación, se establece que un Docente esRector de la Institución. De forma similar ocurre con las relaciones

tieneVicerectorAcademico, tieneVicerectorInvestigación y tieneVicerectorAdministrativo. La Institución tiene, además, Períodos Académicos (tienePeriodoAcademico).

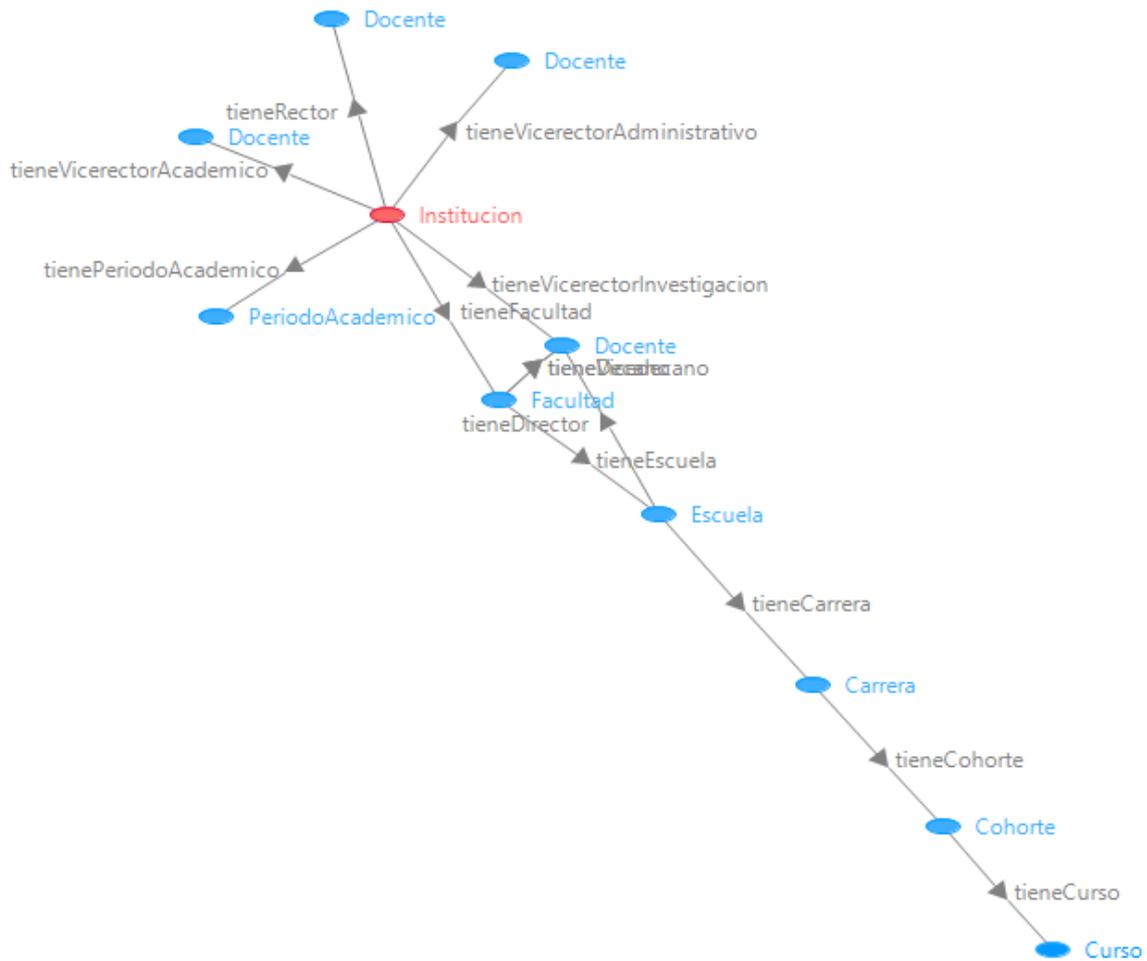


Figura No. 7 Entidades y relaciones en la ontología de dominio "EstructuraAcademica"
 Elaborado por: investigador

Por otra parte, se establece la relación tieneFacultad entre la Institución y Facultad, la que expresa que la Institución tiene como mínimo una Facultad; esta relación al ser simétrica permite establecer que una Facultad pertenece a la Institución. De forma similar ocurre con la relación existente entre Facultad-Escuela, Escuela-Carrera, Carrera-Cohorte, Cohorte-Curso.

Además, se establece que la Facultad tiene como Decano (tieneDecano) a un Docente y al ser simétrica la relación, se establece que un Docente esDecano de la Facultad. De forma similar ocurre con la relación tieneVicedecano.

Por otra parte, se define que la Escuela tiene como Director (tieneDirector) a un Docente y al ser simétrica la relación, se establece que un Docente esDirector de la Escuela.

Algunas de las reglas de inferencias que se pueden crear en esta ontología de dominio, ver Cuadro No. 14, son:

Regla	Variables	Representación Lógica
Institución tiene Escuelas	Institucion(?x) Facultad(?y) Escuela(?z)	$\text{tiene}(\text{?x}, \text{?y}) \wedge \text{tiene}(\text{?y}, \text{?z}) \rightarrow \text{tiene}(\text{?x}, \text{?z})$
Facultad tiene Carreras	Facultades(?x) Escuelas(?y) Carrera(?z)	$\text{tiene}(\text{?x}, \text{?y}) \wedge \text{tiene}(\text{?y}, \text{?z}) \rightarrow \text{tiene}(\text{?x}, \text{?z})$
Carrera tiene Cursos	Carreras(?x) Cohortes(?y) Cursos(?z)	$\text{tiene}(\text{?x}, \text{?y}) \wedge \text{tiene}(\text{?y}, \text{?z}) \rightarrow \text{tiene}(\text{?x}, \text{?z})$

Cuadro No. 14 Reglas de inferencias en la ontología de dominio "EstructuraAcademica"
Elaborado por: investigador

La regla "Institución tiene Escuela" plantea que, si una Institucion tiene Facultades y éstas tienen Escuelas, entonces la Institución tiene Escuelas.

De forma similar, la regla "Facultad tiene Carreras" plantea que, si una Facultad tiene Escuelas y éstas tienen Carreras, entonces la Facultad tiene Carreras.

Por último, la regla "Carrera tiene Cursos" plantea que, si una Carrera tiene Cohortes y éstas tienen Cursos, entonces la Carrera tiene Cursos.

Una vez definida las entidades Institución, Facultad, Escuela, Carrera, Cohorte, Curso y PeriodoAcademico en la ontología de dominio "EstructuraAcademica", se procede a describir la ontología de tarea "EstructuraAcadémica" de la ESPOCH.

6.8.3 Ontología Planificación Curricular

La ontología de tarea "PlanificaciónCurricular" se construye con el objetivo de definir los conceptos, sus propiedades y relaciones existentes entre las entidades directamente involucradas en el proceso de Planificación Curricular de la ESPOCH, establecido en el Reglamento de Régimen Académico de Grado (ESPOCH, Consejo Politécnico, 2014, pág. 18).

En esta ontología de tarea se definen los tipos de datos Asignatura, AsignaturaRequisito y PlanDeEstudio, además de que es utilizada posteriormente en la definición de los Procesos Académicos de la ESPOCH.

La ontología de tarea "PlanificaciónCurricular", permitirá a los organismos de control y al público en general, conocer la "...la organización del aprendizaje..." que consta en "...el diseño curricular de las carreras..." (ESPOCH, Consejo Politécnico, 2014, pág. 18).

Esta ontología permite satisfacer los requerimientos que a continuación se listan:

- ¿Cuáles son las fechas desde y hasta que tuvo validez un Plan de Estudio específico?
- ¿Qué título de tercer nivel, de grado, otorga un Plan de Estudio específico?
- ¿Cuáles asignaturas componen un Plan de Estudio específico?
- ¿Cuáles asignaturas se imparten un una Unidad de Formación específica?
- ¿Cuáles asignaturas se imparten un Campo de Formación específico?
- ¿Cuáles asignaturas se imparten en un Nivel específico?
- ¿Cuáles son los prerrequisitos y corequisitos para matricularse en una asignatura específica?
- ¿De cuáles asignaturas es prerrequisito o corequisito una asignatura específica?

Modelo conceptual

La jerarquía entre los conceptos (relación taxonómica) que componen la ontología de tarea “PlanificaciónCurricular”, como se muestra en

Figura No. 8, establece que la entidad AsignaturaRequisito hereda de la entidad Asignatura.

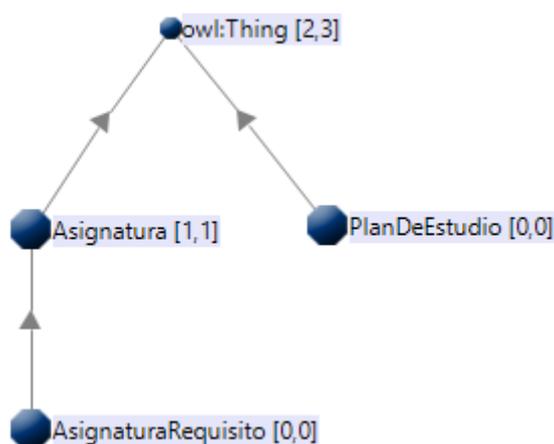


Figura No. 8 Taxonomía de la ontología de tarea "Planificación Curricular"
Elaborado por: investigador

La ontología de tarea “PlanificaciónCurricular”, está compuesta por las entidades PlanDeEstudio y Asignatura, que heredan de la entidad general

Thing. La entidad Asignatura contiene las características comunes de AsignaturaRequisito.

La entidad PlanDeEstudio representa la secuencia de las Asignaturas que estructuran una carrera.

La entidad PlanDeEstudio posee las características que se establecen en el Cuadro No. 15, esto quiere decir que un Plan de Estudio está definido por su nombre (Nombre), tiene una fecha de creación (FechaDesde) y una fecha (FechaHasta) de cierre del mismo, además éste otorga al menos un título de grado (otorgaTituloDeGrado) y para esto se deben aprobar las asignaturas definidas (tieneAsignatura).

Característica	Rango	Cardinalidad
Nombre	String	0:1
fechaDesde	dateTime	0:1
fechaHasta	dateTime	0:1
otorgaTituloDeGrado	String	1:n
tieneAsignatura	Thing	1:n

Cuadro No. 15 Características de la entidad PlanDeEstudio
Elaborado por: investigador

La entidad Asignatura posee las características que se establecen en las que se muestran en el Cuadro No. 16, estas son: código (Codigo) de la asignatura dentro del Plan de Estudio, nombre (Nombre), nivel en que se debe recibir la asignatura (Nivel), tipo de asignatura (TipoDeAsignatura [Obligatoria, Optativa]), unidad de formación en la que está establecida (UnidadDeFormacion [Básica, Profesional, Titulación]), el campo de formación al que pertenece la asignatura (CampoDeEstudio[Fundamentos Teóricos, Praxis Profesional, Epistemología y Metodología de la Investigación, Integración de Saberes, Contextos y Cultura y Comunicación y Lenguaje]), fecha en que fue creada la asignatura (FechaDesde) y hasta cuándo estuvo vigente esa asignatura (FechaHasta). Una característica importante es la que define si la asignatura tiene requisitos y cuales (tieneRequisito)

Característica	Rango	Cardinalidad
Codigo	String	1:1
Nombre	String	0:n
Nivel	String	0:1
TipoDeAsignatura	String	0:1
UnidadDeFormación	String	0:1
CampoDeFormación	String	0:1
FechaDesde	dateTime	0:1
FechaHasta	dateTime	0:1
tieneRequisito	Thing	0:n

Cuadro No. 16 Características de la entidad Asignatura

Elaborado por: investigador

La entidad AsignaturaRequisito posee las características que se establecen en el Cuadro No. 17, donde además de las características heredadas de la entidad Asignatura, tiene el tipo de requisito (TipoDeRequisito[Correquisito, Prerequisito]).

Característica	Rango	Cardinalidad
TipoDeRequisito	String	1:1

Cuadro No. 17 Características de la entidad AsignaturaRequisito

Elaborado por: investigador

Con el objetivo de representar las relaciones existentes entre las entidades, se elabora la Figura No. 9, donde se establece que el PlanDeEstudio está compuesto (tieneAsignatura) por asignaturas (Asignatura) y al ser simétrica la relación, se establece que una Asignatura estaDefinida en un PlanDeEstudio. De igual manera, la Asignatura puede tener como requisitos (tieneRequisito), para poder ser cursada, a una AsignaturaRequisito y esta relación es recursiva.



Figura No. 9 Entidades y relaciones en la ontología de tarea "PlanificaciónCurricular"

Elaborado por: investigador

Una vez definida las entidades PlanDeEstudio, Asignatura y AsignaturaRequisito, en la ontología de tarea "PlanificaciónCurricular", se procede a describir la ontología de tarea "ProcesoAcademico" de la ESPOCH.

6.8.4 Ontología Proceso Académico

La ontología de tarea "ProcesoAcademico" se construye con el objetivo de definir los conceptos y relaciones existentes entre las entidades directamente relacionadas con los procesos académicos de Matriculación y Evaluación, de los estudiantes, establecidos en el Reglamento de Régimen Académico de Grado (ESPOCH, Consejo Politécnico, 2014, págs. 25, 30).

Esta ontología es utilizada para definir los tipos de datos AsignaturaPlanificada, AsignaturaMatriculada y Matrícula, además de que es utilizada posteriormente para obtener información sobre los procesos académicos de Matriculación y Evaluación.

La ontología de tarea “ProcesoAcademico”, permitirá a los organismos de control y al público en general, conocer información referente al desarrollo de los procesos académicos de Matriculación y Evaluación en la institución.

Esta ontología permite satisfacer los requerimientos que a continuación se detallan:

- ¿Cuántas asignaturas imparte un docente especificado?
- ¿Cuáles asignaturas imparte un docente especificado?
- ¿Con qué cursos trabaja un docente especificado?
- ¿Cuántas asignaturas se imparten en un curso especificado?
- ¿Cuáles asignaturas se imparten en un curso especificado?
- ¿Qué docentes imparten clases en un curso especificado?
- ¿En cuántos cursos se imparte una asignatura especificada?
- ¿En cuáles cursos se imparte una asignatura especificada?
- ¿Cuántos docentes imparten una asignatura especificada?
- ¿Cuáles docentes imparten una asignatura especificada?
- ¿En cuántos períodos académicos estuvo matriculado un estudiante específico?
- ¿En cuáles períodos académicos estuvo matriculado un estudiante específico?
- ¿Cuántos estudiantes se han matriculado en un período académico específico?
- ¿Cuáles estudiantes se matricularon en un período académico específico?
- ¿En cuántas asignaturas está matriculado un estudiante en un período académico especificado?
- ¿En cuáles asignaturas está matriculado un estudiante en un período académico especificado?
- ¿Cuántos estudiantes aprobaron en un período académico especificado?
- ¿Cuáles estudiantes aprobaron en un período académico especificado?
- ¿Cuántos estudiantes aprobaron la asignatura especificada en un período académico especificado?

La ontología de tarea “ProcesoAcademico”, está compuesta por las entidades heredadas de las ontologías “Persona”, “EstructuraAcademica” y “PlanificaciónCurricular” y las entidades AsignaturaPlanificada, AsignaturaMatriculada y Matricula.

La entidad AsignaturaPlanificada representa la planificación que se tiene de una Asignatura en un Período Académico, o sea, establece qué Docente y en qué Curso se impartirá dicha asignatura.

La entidad Matrícula representa todas las asignaturas que un estudiante recibirá en un período académico; AsignaturaMatriculada es aquella AsignaturaPlanificada por la institución, en la que el Estudiante se ha matriculado.

La entidad AsignaturaPlanificada consta de las características que se establecen en el Cuadro No. 18, donde se establece qué Docente imparte dicha asignatura (imparteDocente) y en qué Curso se impartirá (seImparteEnCurso).

Característica	Rango	Cardinalidad
imparteDocente	Thing	1:n
seImparteEnCurso	Thing	1:n

Cuadro No. 18 Características de la entidad AsignaturaPlanificada
Elaborado por: investigador

La entidad AsignaturaMatriculada posee las características que se establecen en el Cuadro No. 19, además de las heredadas de la entidad AsignaturaPlanificada, donde se establece el número de matrícula con la que el Estudiante está recibiendo dicha asignatura (NumeroMatricula), el estado de dicha asignatura matriculada (AsignaturaMatriculadaEstado [Convalidada, Retirada, Exonerada, Aprobada, Reprobada]), además de la nota final (NotaFinal) y porcentaje de asistencia a clases (Asistencia).

Característica	Rango	Cardinalidad
NumeroMatricula	integer	1:1
NotaFinal	decimal	1:1
Asistencia	integer	1:1
AsignaturaMatriculadaEstado	string	1:1

Cuadro No. 19 Características de la entidad AsignaturaMatriculada
Elaborado por: investigador

La entidad Matricula posee las características que se establecen en el Cuadro No. 20, donde se establece un identificador (ID), el estado de la matrícula (MatriculaEstado [Pendiente, Definitiva]), en qué periodo académico se realizó dicha matrícula (enUnPeriodoAcademico) y al menos una asignatura matriculada (tieneAsignaturaMatriculada).

Característica	Rango	Cardinalidad
ID	string	1:1
MatriculaEstado	string	1:1
enUnPeriodoAcademico	Thing	1:1
tieneAsignaturaMatriculada	Thing	1:n

Cuadro No. 20 Características de la entidad Matricula
Elaborado por: investigador

Con el objetivo de representar las relaciones existentes entre las entidades, se elabora la Figura No. 11 donde se establece que un Estudiante tiene una matrícula (tieneMatricula) en un PeriodoAcademico. Esta Matricula tiene al menos una asignatura matriculada (tieneAsignaturaMatriculada).

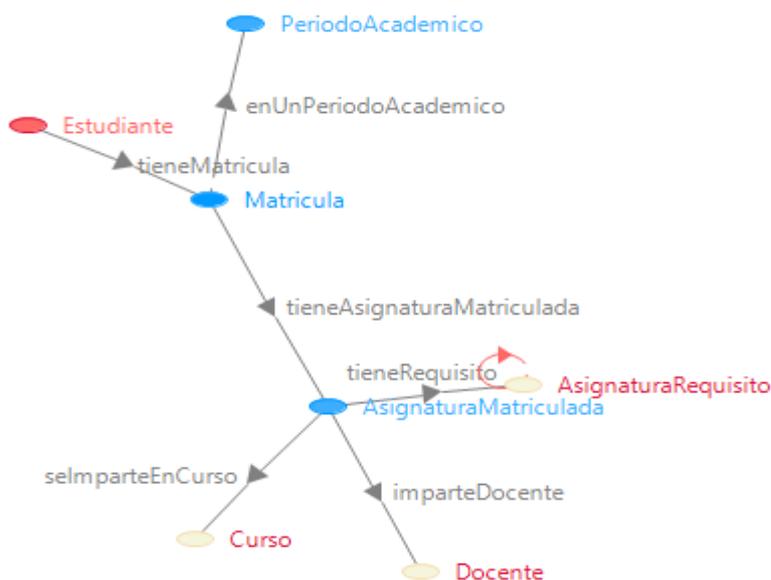


Figura No. 11 Entidades y relaciones en la ontología de tarea "ProcesoAcadémico"
Elaborado por: investigador

Una de las reglas de inferencias que se pueden crear en esta ontología de tarea, ver Cuadro No. 21, es:

Regla	Variables	Representación Lógica
Estudiante recibe Asignatura	Estudiante(?x) Matricula(?y) AsignaturaMatriculada(?z)	$tiene(?w, ?x) \wedge tiene(?y, ?z) \rightarrow tiene(?x, ?z)$

Cuadro No. 21 Reglas de inferencias en la ontología de tarea "ProcesoAcadémico"
Elaborado por: investigador

La regla “Estudiante recibe Asignatura” plantea que, si una Estudiante tiene Matriculas y éstas tiene Asignaturas, entonces el Estudiante recibe Asignaturas.

Una vez definida las entidades AsignaturaPlanificada, Matricula y AsignaturaMatriculada en la ontología de tarea “ProcesoAcadémico”, se procede a validar y evaluar su estructura, funcionalidad y usabilidad.

6.8.5 Validación y evaluación

Existen varias formas para validar y evaluar, por medio de métricas, una ontología, entre ellas está validar la reusabilidad de una ontología y otra es validar el propósito para el que fue creado el modelo ontológico.

Una de las metodologías para evaluar la reusabilidad de una ontología es Ontometric. Esta propone un conjunto de métricas que persiguen determinar el nivel de reusabilidad de una ontología existente, para la generación de una nueva ontología. Esta forma de validación del modelo ontológico no está dentro del alcance de esta investigación.

A continuación, se procede a validar la estructura del modelo ontológico, la funcionalidad para la que fue creada y usabilidad de la misma para evaluarla en términos del propósito para la que fue creada.

Validación de la estructura

Para validar la estructura de una ontología, se analiza esta como un grafo de propiedades lógicas y topológicas, cuyo valor promedio de profundidad de herencia del árbol de nodos hojas se utiliza como indicador estructural y se calcula según la siguiente fórmula matemática:

$$PPH_{ANH} = \frac{\sum D_j}{n}$$

Donde:

D_j : número total de nodos en un camino j

n : número total de caminos en la ontología.

De donde se concluye que entre más cerca de 1 esté el valor promedio de profundidad de herencia del árbol de nodos hojas, mejor estructura tiene el modelo ontológico.

Utilizando el plugin KC-Viz de NeOn Toolkit se elaboró el Anexo 4 Diagrama jerárquico de la ontología “ProcesoAcademico”, y luego se determina que:

- la suma de la profundidad de todos los caminos es 28
- el número total de caminos es 18

Dado que el valor promedio de profundidad de herencia del árbol de nodos hojas es 1,5 se concluye que estructura de la ontología “ProcesoAcadémico” es buena.

Validación funcional

Para comprobar el propósito para el que fue creado el modelo ontológico “ProcesoAcademico”, se plantea utilizar, un caso de prueba simplificado, con los datos académicos disponibles de la carrera de Ingeniería en Sistemas de la Facultad de Informática y Electrónica de la ESPOCH, del segundo semestre del 2015.

Utilizando el plugin Ontop Mappings del software Protégé 5.0.0 (Musen, 2015), se generó una ontología que representa las clases y propiedades, desde las bases de datos del Sistema Escolástico OASis.

Posteriormente, se procedió a mapear las clases de la ontología de tarea “ProcesoAcadémico” con las clases que se obtenían como resultado de consultas SQL sobre las bases de datos del Sistema Escolástico OASis.

Con ese proceso se generaron un total de 16757 instancias de clases, distribuidas como se muestra en el Cuadro No. 22

Clase	Instancias
Institución	1
Facultad	1
Escuela	1
Carrera	1
Cohorte	52
Curso	697
PeriodoAcademico	52
Docente	83
Estudiante	1763
Matricula	13881
PlanDeEstudio	3
Asignatura	222
TOTAL	16757

Cuadro No. 22 Distribución de las instancias por clases
Elaborado por: investigador

Una vez creadas las instancias, se procedió a realizar la validación funcional.

Para validar el nivel funcional de una ontología, se determina el nivel de precisión que posee la misma. El nivel de precisión de una ontología se calcula según la siguiente fórmula matemática:

$$Precision = \frac{1}{n_b} \sum \frac{i_c}{n_i}$$

Donde:

n_b : número total de búsquedas

i_c : número de instancias que satisfacen el criterio de búsqueda

n_i : número total de instancias obtenidas en la búsqueda.

De donde se concluye que entre más cerca de 1 esté el valor de precisión, mejor funcionalidad tiene el modelo ontológico.

Utilizando el plugin SPARQL en el software NeOn Toolkit (Ontology EngineeringGroup, 2016), se realizaron un total de 68 consultas o búsquedas a las ontologías desarrolladas, como se detallan en el Anexo 5 Cuadros de criterios de búsquedas, estimándose que aproximadamente 15571 instancias satisfacen los criterios de búsqueda y obteniéndose 15571 instancias como resultado, por lo que el valor de precisión es 1, o lo que es lo mismo, cumplen con la funcionalidad para la que fueron desarrolladas.

Entre los resultados obtenidos más importantes están que: las consultas, de la información académica de la ESPOCH, pueden ser realizadas por cualquier persona, sin conocimientos previos de la misma, ya que el conocimiento está representado en la ontología, además que, las autoridades de control podrían consultar dicha información en los formatos y con la frecuencia que ellos requieran, disminuyendo considerablemente el esfuerzo para realizar los procesos de evaluación y acreditación de la institución, además de permitir obtener información oportuna para los procesos de planificación.

Validación de usabilidad

El propósito de la validación del nivel de usabilidad de una ontología es medir cuán fácil es utilizar y darle mantenimiento a la misma.

Para realizar esta validación se mide la eficiencia de la ontología, como la descripción de los detalles del desarrollo de la misma, como herramientas utilizadas, costos, esfuerzo requerido, etc.

Otro criterio para evaluar la usabilidad de la ontología es el reconocimiento de la misma, o sea, cuan documentada está el proceso de desarrollo de la ontología, por ejemplo, anotaciones de cada fase de desarrollo, versionamiento, etc.

Por último, se evalúa la interfaz de la ontología, como el proceso de comunicación entre la ontología y una interfaz de usuario.

Luego de evaluar todos los aspectos anteriores, se concluye que las ontologías “Persona”, “EstructuraAcademica”, “PlanificacionCurricular” y “ProcesoAcademico” disponen de gran cantidad de anotaciones semánticas que describen su propósito y funcionamiento.

Es importante señalar que los modelos ontológicos fueron validados directamente en el software NeOn Toolkit, por lo que se hizo necesario capacitar al usuario para realizar las consultas utilizando las interfaces que provee la herramienta. Por lo que se recomienda que en trabajos futuros se desarrolle un sistema de Inteligencia Artificial basado en estas ontologías, el mismo que facilite la comunicación entre el público en general y la información que se dispone. El objetivo de este sistema sería el de permitir que los interesados escriban una frase con la información que están buscando y el motor de inteligencia artificial sea capaz de interpretarla y devolver la información solicitada.

Otro trabajo futuro sería el de automatizar el proceso de mapeo de información, dado que éste es necesario realizarlo en cada cierre de período académico.

6.9 Conclusiones y Recomendaciones

Luego de finalizado el presente trabajo de investigación, se procede a realizar las conclusiones y recomendaciones del mismo.

6.9.1 Conclusiones

- El Sistema Escolástico OASis de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo cuenta con la semántica de los datos académicos que gestiona, por medio de Diagramas de Entidad Relación (DER) y del Lenguaje de Definición de Datos (DDL) del sistema de gestión de bases de datos utilizado.
- Los mecanismos de definición de la semántica de los datos académicos que se gestionan en el Sistema Escolástico OASis de la ESPOCH, no permite que sea interpretado por otros sistemas informáticos.
- Está limitado el acceso a la información académica que se almacena en el sistema de gestión de bases de datos utilizando al tener establecido mecanismos de autenticación y autorización por medio del Lenguaje de Control de Datos (DCL).
- Los procesos utilizados, para el intercambio de información académica de la ESPOCH, se limitan fundamentalmente a exportar los diferentes reportes que genera el Sistema Escolástico OASis a formatos de archivos más extendidos como docx o xlsx.

- Se definieron las ontologías de los dominios “Persona” y “EstructuraAcademica” según lo establecido en el Reglamento de Régimen Académico de Grado de la ESPOCH.
- Se definieron las ontologías de tarea “PlanificacionCurricular” y “ProcesoAcademico” para facilitar el intercambio de información académica.
- Se ha demostrado que, al mejorar la semántica de los datos académicos del Sistema Escolástico OASis, esta tiene una incidencia positiva en el intercambio de información académica de la ESPOCH, dado que el conocimiento sobre los tipos de datos, sus características y relaciones, están representados en la ontología.

6.9.2 Recomendaciones

- Crear mecanismos que faciliten el proceso de mapeo entre las ontologías desarrolladas y la información académica que el Sistema Escolástico OASis gestiona.
- Realizar investigaciones futuras que permitan la utilización de Inteligencia Artificial para incrementar el acceso a la información académica de la ESPOCH, tanto por otras aplicaciones informáticas como por los organismos de control y el público en general.
- Aunque una de las herramientas más utilizadas para el desarrollo de ontologías con OWL y RDF es Protégé, se recomienda estudiar otras más amigables como NeOn Toolkit.

BIBLIOGRAFÍA

- World Wide Web Consortium (W3C). (12 de 10 de 2009). *OWL Web Ontology Language*, OWL 2. (J. Heflin, Editor) Recuperado el 12 de 7 de 2016, de World Wide Web Consortium (W3C): <https://www.w3.org/TR/webont-req/>
- Antoniou, G., & van Harmelen, F. (2008). *A Semantic Web Premier, second edition*. London, England: The MIT Press.
- Borst, W. N. (5 de septiembre de 1997). Construction of engineering ontologies for knowledge sharing and reuse . Holanda: Universiteit Twente. Recuperado el 5 de 7 de 2016, de <http://doc.utwente.nl/17864/1/t0000004.pdf>
- Bush, V. (1945). As We May Think. *The Atlantic Monthly*.
- Castellanos Nieves, D., & Fernández, J. (25 de septiembre de 2008). Sistema basado en tecnologías de la web semántica para evaluación en entornos de e-learning. (U. d. Murcia, Ed.) Murcia, Murcia, España: Universidad de Murcia. Obtenido de Ontology Research Group: <http://hdl.handle.net/10201/2116>
- Ceusters, W. (enero de 2015). *National Center for Ontological Research, University at Buffalo*. Obtenido de Referent Tracking Unit (RTU): https://www.researchgate.net/profile/Werner_Ceusters/publication/268214019_CeustersCommentaryOnMaojoLongVersion/links/5464c23a0cf221c8f57b9ceb.pdf
- Codia, L., & Cristófol, R. (2006). La Web Semántica. En J. (. Tramullas, *Tendencias en documentación digital* (págs. 9-54). Gijón, Asturias, España: Ediciones Trea S.L.
- Congreso Nacional. (2004). *Ley Orgánica de Transparencia y Acceso a la Información*. Quito: Registro Oficial.
- Corcho, O., Fernández-Lopez, M., & Gómez-Pérez, A. (julio de 2003). Methodologies, tools and languages for building ontologies. Where is their meeting point? (P. Chen, Ed.) *Data & Knowledge Engineering*, 46(1), 41-46. doi:[http://dx.doi.org/10.1016/S0169-023X\(02\)00195-7](http://dx.doi.org/10.1016/S0169-023X(02)00195-7)
- Devedzic, V. (2006). *Semantic Web and Education* (Vol. 12 2006). (Springer, Ed.) Belgrado, Serbia and Montenegro: Springer. doi:10.1007/978-0-387-35417-0
- ESPOCH. (17 de julio de 2013). Estatuto de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba, Chimborazo, Ecuador.

- ESPOCH, Consejo Politécnico. (06 de mayo de 2014). Reglamento de Régimen Académico de Grado. *Reglamento de Régimen Académico Institucional de Grado*. Riobamba, Chimborazo, Ecuador. Obtenido de <https://www.esepoch.edu.ec/images/PDF/RRA2014.pdf>
- Fensel, D. (2004). *Ontologies: A Silver Bullet for Knowledge Management and Electronic Commerce* (2 ed.). Berlin, Germany: Springer-Verlag Berlin Heidelberg. doi:10.1007/978-3-662-09083-1
- Frutos, M. O. (1993). *Ministerio de Empleo y Seguridad Social*. Obtenido de Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo: http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/201a300/ntp_283.pdf
- Gascueña, J., Fernández-Caballero, A., & González, P. (2006). Ontologías del modelo del alumno y del modelo del dominio en sistemas de aprendizaje adaptativos y colaborativos. *Research on Computing Science*, 17, 33-42.
- Gruber, T. (junio de 1993). A translation approach to portable ontology specifications. *Knowledge Acquisition - Special issue: Current issues in knowledge modeling*, 5(2). doi:<http://dx.doi.org/10.1006/knac.1993.1008>
- Guarino, N. (1998). Formal Ontology and Information Systems. En I. Press (Ed.), *Formal Ontology in Information Systems (FOIS 1998)* (págs. 3-15). Trento: IOS Press. Recuperado el 8 de julio de 2016, de <http://www.loa.istc.cnr.it/old/Papers/FOIS98.pdf>
- Jara, D., Benítez, S., & Cartuche, M. (2009). Ontología para la recomendación de recursos educativos almacenados en el Repositorio de Objetos de Aprendizaje (ROA) DSpace. Loja, Loja, Ecuador: Universidad Técnica Particular de Loja. Recuperado el 2016, de Ingeniero en Sistemas Informáticos y Computación: <http://dspace.utpl.edu.ec/handle/123456789/1690>
- Lenat, D., & Guha, R. V. (1990). Cyc: A Midterm Report. (AAAI, Ed.) *AI Magazine*, 11(3), 95-104. Recuperado el 15 de marzo de 2016
- Maojo, V., Crespo, J., García-Remesal, M., De la Iglesia, D., Perez-Rey, D., & Kulikowski, C. (2011). Biomedical ontologies: toward scientific debate. *Methods of information in medicine*, 50(3), 203-216.
- Mizoguchi, R., Vanwelkenhuysen, J., & Ikeda, M. (1995). Task Ontology for Reuse of Problem Solving Knowledge. En N. Mars, *Towards Very Large Knowledge Bases: Knowledge Building & Knowledge Sharing* (págs. 46-59). Amsterdam, Netherlands: IOS Press. Recuperado el 9 de junio de 2016
- Musen, M. (2015). The Protégé Project: A Look Back and a Look Forward. *I(4)*.
- Ontology Engineering Group. (2015). *Ontology Engineering Group*. Recuperado el 20 de julio de 2016, de La Metodología NeOn:

<http://mayor2.dia.fi.upm.es/oeg-upm/index.php/es/methodologies/59-neon-methodology/>

- Ontology Engineering Group. (8 de julio de 2016). *NeOn Project: Soporte al ciclo de vida para redes de ontologías*. Recuperado el 16 de julio de 2016, de NeOn Project: http://www.neon-project.org/nw/Welcome_to_the_NeOn_Project
- Ontology Engineering Group. (2015). *Ontology Engineering Group*. Obtenido de <http://www.oeg-upm.net/>
- Panagiotopoulos, I., Kalou, A., Pierrakeas, C., & Kameas, A. (2012). An Ontology-Based Model for Student Representation in Intelligent Tutoring Systems for Distance Learning. En L. Iliadis, I. Maglogiannis, & H. Papadopoulos, *Artificial Intelligence Applications and Innovations* (Vol. 381, págs. 296-305). Springer Berlin Heidelberg. doi:10.1007/978-3-642-33409-2_31
- Poli, R. (2003). Descriptive, formal and formalized ontologies. En D. Fiset, & D. (Fiset (Ed.), *Husserl's Logical Investigations Reconsidered* (págs. 183-210). Springer Netherlands.
- Real Academia Española. (2016). *Real Academia Española*. Recuperado el 20 de 8 de 2016, de Edición del Tricentenario: <http://dle.rae.es/?id=R5B0YYh>
- Samper, J. (5 de julio de 2005). *Ontologías Para Servicios Web Semánticos de Información de Tráfico: Descripción y Herramientas de Explotación*. Valencia, España: Universidad de Valencia.
- Sowa, J. (mayo de 1993). D.B. Lenat and R.V. Guha, Building Large Knowledge-Based Systems: Representation and Inference in the Cyc Project. *Artificial Intelligence*, 61(1), 41-52. doi:10.1016/0004-3702(93)90092-P
- Staab, S., Studer, R., Schnurr, H. P., & Sure, Y. (2001). Knowledge Processes and Ontologies. (IEEE, Ed.) *IEEE Intelligent Systems*, 16(1), 26-34. Recuperado el 14 de junio de 2016, de <https://pdfs.semanticscholar.org/d05a/b46e3650c34667c7d7db30b6917f623ae706.pdf>
- W3C staff. (5 de junio de 2016). *World Wide Web Consortium (W3C)*. Obtenido de Semantic Web: <https://www.w3.org/2001/sw/>

ANEXOS

ANEXO 1 Encuesta a secretarías académicas

Ficha Técnica	
Ámbito:	Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH)
Universo:	Secretarías académicas
Tamaño de la muestra:	30 secretarías académicas
Puntos de muestreo:	Secretarías Académica de Grado de 28 escuelas y 1 institucional
Procedimiento de muestreo:	Dado que el tamaño de la población objetivo es pequeña, igual a 30, se realizó la encuesta a todos sus elementos personalmente en sus oficinas de trabajo
Fecha de realización:	del 2 al 14 de mayo de 2016

ENCUESTA A SECRETARIAS ACADÉMICAS

El propósito de esta ENCUESTA es determinar cuáles son las características de los procesos existentes para el intercambio de información académica, en la ESPOCH

Por favor, responder las siguientes preguntas en las que se está utilizando la escala de Likert, según el siguiente significado:

- 1 Totalmente desacuerdo
- 2 Parcialmente en desacuerdo
- 3 Ni acuerdo ni desacuerdo
- 4 Parcialmente de acuerdo
- 5 Totalmente de acuerdo

¿Considera usted, que es necesario facilitar el acceso a la información académica?

1_ 2_ 3_ 4_ 5_

¿El OASis, le proporciona todos los reportes académicos que necesita?

1_ 2_ 3_ 4_ 5_

¿Qué otros reportes académicos usted necesita?

¿Cuánto tiempo, como promedio, demoran en generar un nuevo reporte académico, desde que es identificada su necesidad?

Hasta 2 día _ 7 días _ 15 días _ 21 días _ Más de 30 días _

¿Los reportes académicos generados por el OASis son imprimibles?

1_ 2_ 3_ 4_ 5_

¿La información suministrados por los reportes académicos, que genera el OASis, está ordenada por los criterios que usted necesita?

1_ 2_ 3_ 4_ 5_

¿La estructura de la información suministrados por los reportes académicos, que genera el OASis, es la que usted necesita?

1_ 2_ 3_ 4_ 5_

¿Los reportes académicos, que genera el OASis son flexibles, o sea, se pueden personalizar?

1_ 2_ 3_ 4_ 5_

ANEXO 2 Encuesta al administrador del OASis

Ficha Técnica	
Ámbito:	Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH)
Universo:	Administrador del Sistema Escolástico OASis
Tamaño de la muestra:	1 administrador
Puntos de muestreo:	Dirección de Tecnología de Información y Comunicación
Procedimiento de muestreo:	Dado que el tamaño de la población objetivo es pequeña, igual a 1, se realizó la encuesta al mismo en su oficina de trabajo
Fecha de realización:	12 de mayo de 2016

ENCUESTA AL ADMINISTRADOR DEL OASis

El propósito de esta ENCUESTA es determinar la existencia y definición de la **semántica de los datos académicos**, en la ESPOCH

Por favor, responder las siguientes preguntas en las que se está utilizando la escala de Likert, según el siguiente significado:

- 1 Totalmente desacuerdo
- 2 Parcialmente en desacuerdo
- 3 Ni acuerdo ni desacuerdo
- 4 Parcialmente de acuerdo
- 5 Totalmente de acuerdo

¿Está definido el significado de los datos escolásticos?

1_ 2_ 3_ 4_ 5_

¿Cómo está definido el significado de los datos escolásticos?

¿Existe la documentación donde se define el significado de los datos escolásticos?

1_ 2_ 3_ 4_ 5_

¿Existe la definición, en lenguaje formal, de los conceptos del dominio académico?

1_ 2_ 3_ 4_ 5_

¿Existe la definición, en lenguaje formal, de la jerarquía existente entre los conceptos del dominio académico?

1_ 2_ 3_ 4_ 5_

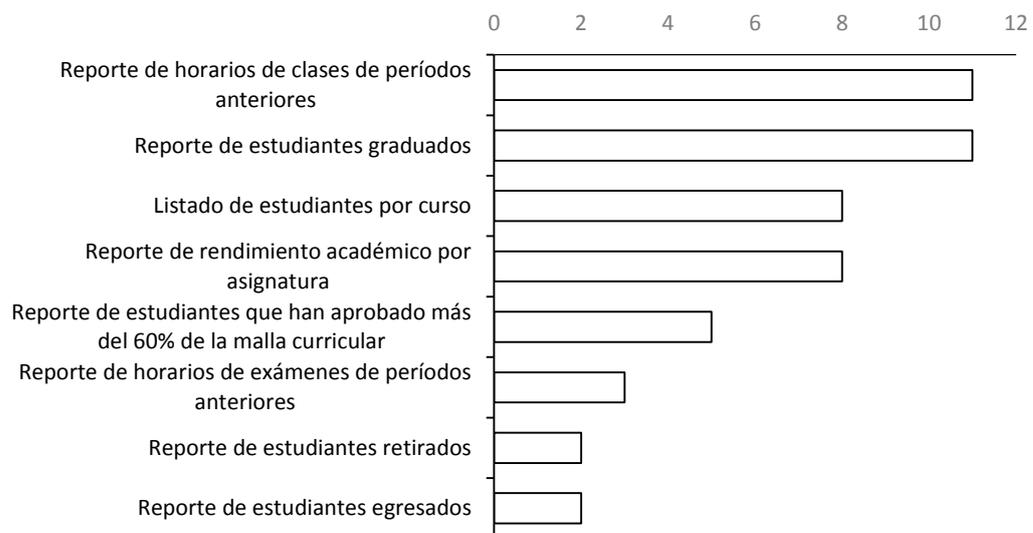
¿Existe la definición, en lenguaje formal, de las relaciones existentes entre los conceptos del dominio académico?

1_ 2_ 3_ 4_ 5_

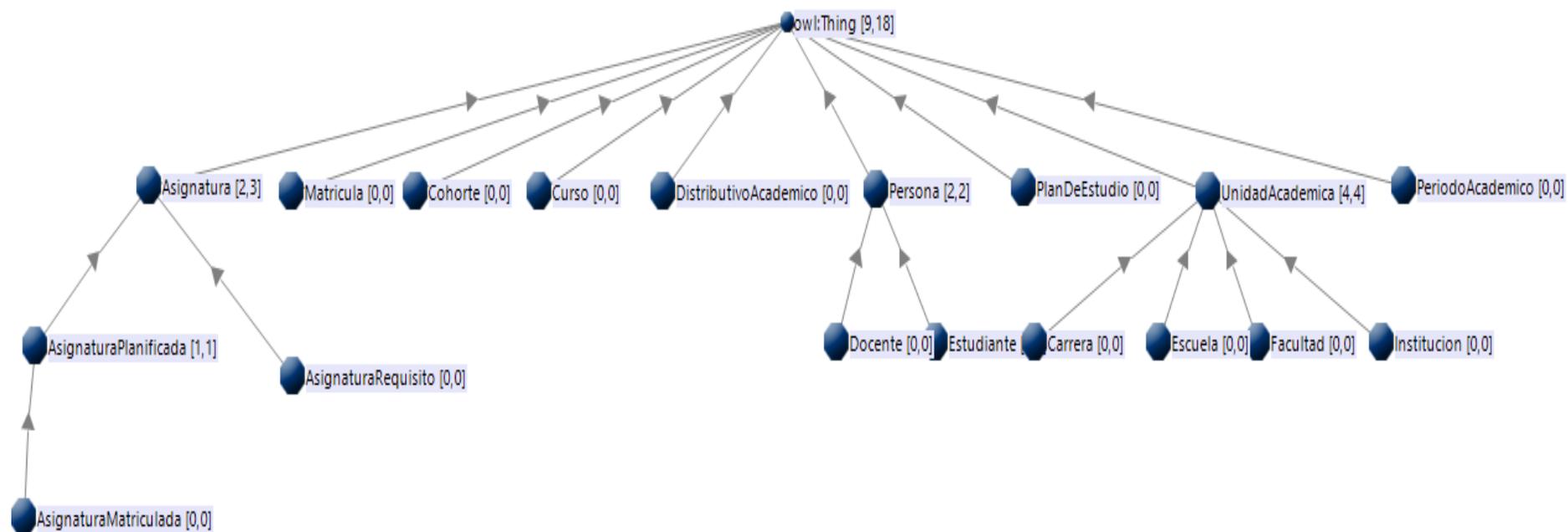
¿Existe la definición, en lenguaje formal, de las restricciones aplicables a las relaciones existentes entre los conceptos del dominio académico?

1_ 2_ 3_ 4_ 5_

ANEXO 3 Requerimientos ordenados por frecuencia de solicitudes



ANEXO 4 Diagrama jerárquico de la ontología “ProcesoAcademico”



ANEXO 5 Cuadros de criterios de búsquedas

ONTOLOGÍA DE DOMINIO “Persona”

	Criterio de búsqueda	Número instancias correctas	Número instancias obtenidas
1	¿Qué categoría docente (Agregado, Auxiliar, Principal) posee un docente?	3	3
2	¿Cuántos docentes de la ESPOCH tienen una categoría docente específica?	3	3
3	¿Cuáles docentes de la ESPOCH están en una categoría docente específica?	82	82
4	¿Qué relación de dependencia (Nombramiento u Ocasional) con la ESPOCH, mantiene un docente?	2	2
5	¿Cuántos docentes de la ESPOCH tienen una relación de dependencia específica?	2	2
6	¿Cuáles docentes de la ESPOCH tienen relación de dependencia específica?	82	82
7	¿Cuál es el Tiempo de Dedicación (Medio Tiempo, Tiempo Completo y Tiempo Parcial) que tiene un docente en la ESPOCH?	3	3
8	¿Cuántos docentes de la ESPOCH tienen un Tiempo de Dedicación específico?	3	3
9	¿Cuáles docentes de la ESPOCH tienen un Tiempo de Dedicación específico?	82	82
10	¿Cuál fue la Forma de Inscripción (SNNA, Cambio de Unidad y Migración) de un estudiante a la ESPOCH?	3	3
11	¿Cuántos estudiantes de la ESPOCH se inscribieron con una Forma de Inscripción específica?	3	3
12	¿Cuáles estudiantes de la ESPOCH se inscribieron con una Forma de Inscripción específica?	1763	1763
13	¿Cuál fue el Título que poseía un estudiante al ingresar a la ESPOCH?	3	3
14	¿Cuántos estudiantes de la ESPOCH se matricularon con un Título específico?	3	3
15	¿Cuáles estudiantes de la ESPOCH se matricularon con un Título específico?	1763	1763
16	¿En qué eventos culturales, científicos o deportivos ha representado a la ESPOCH un estudiante específico?	0	0
17	¿Cuántos estudiantes han representado en algún evento específico (cultural, científico o deportivo) a la ESPOCH?	0	0
18	¿Cuáles estudiantes han representado en algún evento específico (cultural, científico o deportivo) a la ESPOCH?	0	0
		3800	3800

ONTOLOGÍA DE DOMINIO “EstructuraAcademica”

	Criterio de búsqueda	Número instancias correctas	Número instancias obtenidas
1	¿Quiénes son las autoridades de la institución?	4	4
2	¿Qué facultades posee la institución?	1	1
3	¿Cuántas facultades posee la institución?	1	1
4	¿Quiénes son las autoridades de una facultad específica?	2	2
5	¿Qué escuelas posee una facultad específica?	1	1
6	¿Cuántas escuelas posee una facultad específica?	1	1
7	¿Quiénes son las autoridades de una escuela específica?	1	1
8	¿Qué carreras oferta una escuela específica?	1	1
9	¿Cuántas carreras oferta una escuela específica?	1	1
10	¿Cuántas cohortes tiene una carrera específica?	1	1
11	¿Cuáles son las fechas de creación y cierre de una cohorte específica?	52	52
12	¿Cuántos cursos (nivel y paralelo) tiene una cohorte específica?	1	1
13	¿Cuántos períodos académicos ha tenido la institución?	1	1
14	¿Cuáles son las fechas de creación y cierre de un período académico específico?	52	52
		120	120

ONTOLOGÍA DE DOMINIO “PlanificacionCurricular”

	Criterio de búsqueda	Número instancias correctas	Número instancias obtenidas
1	¿Cuáles son las fechas desde y hasta que tuvo validez un Plan de Estudio específico?	3	3
2	¿Qué título de tercer nivel, de grado, otorga un Plan de Estudio específico?	3	3
3	¿Cuáles asignaturas componen un Plan de Estudio específico?	222	222
4	¿Cuáles asignaturas se imparten un una Unidad de Formación específica?	222	222
5	¿Cuáles asignaturas se imparten un Campo de Formación específico?	222	222
6	¿Cuáles asignaturas se imparten en un Nivel específico?	222	222
7	¿Cuáles son los prerrequisitos y corequisitos para matricularse en una asignatura específica?	157	157
8	¿De cuáles asignaturas es prerrequisito o corequisito una asignatura específica?	65	65
		1116	1116

ONTOLOGÍA DE DOMINIO “ProcesoAcademico”

	Criterio de búsqueda	Número instancias correctas	Número instancias obtenidas
1	¿Cuántas asignaturas imparte un docente especificado?	83	83
2	¿Cuáles asignaturas imparte un docente especificado?	222	222
3	¿Con qué cursos trabaja un docente especificado?	83	83
4	¿Cuántas asignaturas se imparten en un curso especificado?	697	697
5	¿Cuáles asignaturas se imparten en un curso especificado?	222	222
6	¿Qué docentes imparten clases en un curso especificado?	83	83
7	¿En cuántos cursos se imparte una asignatura especificada?	222	222
8	¿En cuáles cursos se imparte una asignatura especificada?	697	697
9	¿Cuántos docentes imparten una asignatura especificada?	222	222
10	¿Cuáles docentes imparten una asignatura especificada?	83	83
11	¿En cuántos períodos académicos estuvo matriculado un estudiante específico?	52	52
12	¿En cuáles períodos académicos estuvo matriculado un estudiante específico?	52	52
13	¿Cuántos estudiantes se han matriculado en un período académico específico?	52	52
14	¿Cuáles estudiantes se matricularon en un período académico específico?	1763	1763
15	¿En cuántas asignaturas está matriculado un estudiante en un período académico especificado?	52	52
16	¿En cuáles asignaturas está matriculado un estudiante en un período académico especificado?	222	222
17	¿Cuántos estudiantes aprobaron en un período académico especificado?	52	52
18	¿Cuáles estudiantes aprobaron en un período académico especificado?	1610	1610
19	¿Cuántos estudiantes aprobaron la asignatura especificada en un período académico especificado?	222	222
20	¿Cuáles estudiantes aprobaron la asignatura especificada en un período académico especificado?	1610	1610
21	¿Cuántos estudiantes se han exonerado en la asignatura especificada?	222	222
22	¿Cuáles estudiantes se han exonerado en la asignatura especificada?	546	546
23	¿Cuántos estudiantes se exoneraron en la asignatura especificada en un período académico especificado?	222	222
24	¿Cuáles estudiantes se exoneraron en la asignatura especificada en un período académico especificado?	546	546
25	¿Cuántos estudiantes desertaron en una asignatura especificada?	222	222
26	¿Cuáles estudiantes desertaron en una en la asignatura especificada?	67	67
27	¿Cuántos estudiantes desertaron en una asignatura especificada en un período académico especificado?	222	222
28	¿Cuáles estudiantes desertaron en una asignatura especificada en un período académico especificado?	67	67
		10415	10415