



UNIVERSIDAD
DE LA REPÚBLICA
URUGUAY



FACULTAD DE
INGENIERÍA

Sistema Docente Investigador Udelar

Informe de Proyecto de Grado presentado por

N'haloy Laicouschi Klosz, Yamandú Magallanes

en cumplimiento parcial de los requerimientos para la graduación de la carrera de Ingeniería en
Computación de Facultad de Ingeniería de la Universidad de la República

Supervisor

Regina Motz

Montevideo, 22 de agosto de 2025



Sistema Docente Investigador Udelar por N'haloy Laicouschi Klosz, Yamandú Magallanes tiene licencia [CC Atribución 4.0](#).

Agradecimientos

Queremos expresar nuestro más profundo agradecimiento a nuestra tutora, Regina Motz, por su guía generosa, compromiso constante y apoyo incondicional durante todas las etapas de esta tesis. Su experiencia, claridad y dedicación fueron fundamentales para la concreción de este proyecto.

Agradecemos también a Leticia Gambetta y Natalia Aguirre, cuyas valiosas contribuciones al inicio del trabajo permitieron orientar adecuadamente la investigación y enriquecer su enfoque desde una mirada institucional.

A nuestras familias, gracias por el amor incondicional, la paciencia infinita y el aliento permanente. Su compañía, en los momentos de avance y también en los de dificultad, hizo posible llegar hasta aquí.

Para ella, que no pudo ver este día. Y para mis amores: tanque juvenil, mazapán, dulce bailarina y mi bollito de membrillo.

Resumen

Este proyecto de grado presenta el diseño y desarrollo de un sistema de información semántico para gestionar las actividades de los docentes investigadores de la UdelaR. La motivación surge de la necesidad de centralizar y estructurar información dispersa sobre la actividad académica e investigadora, con el fin de facilitar su análisis, diagnóstico y gestión.

Se desarrolló un sistema que incorpora la ontología ODIUdelaR, construida mediante la metodología METHONTOLOGY, lo que permitió identificar y organizar conceptos clave como personas, formación, producción científica, actividades y líneas de investigación. Esta ontología constituye el núcleo semántico del sistema, habilitando la integración y consulta de información desde una perspectiva estructurada.

Ante las dificultades de acceso a las fuentes propuestas al inicio del proyecto, se implementó una solución alternativa basada en la extracción automática de datos desde los currículums públicos disponibles en el Sistema Nacional de Investigadores. Este proceso, desarrollado en Node.js, permitió transformar documentos PDF en datos estructurados, los cuales fueron almacenados en una base de datos relacional y posteriormente convertidos a un modelo basado en grafos mediante mapeos definidos con Ontop. La ontología resultante fue almacenada en un repositorio *Ontotext GraphDB* y evaluada con la herramienta OOPS!, que permite detectar inconsistencias estructurales y aplicar buenas prácticas de modelado.

Para facilitar la visualización de la información, se desarrolló un proceso adicional en Node.js que consulta la ontología, transforma los resultados y los almacena en una base de datos relacional. Esta base es accedida desde la herramienta *Metabase*, la cual permite explorar y analizar los datos mediante tableros interactivos.

Todo el sistema fue desplegado mediante contenedores *Docker*, lo que facilitó su ejecución, portabilidad y reproducibilidad. El proyecto propone una solución integral para representar, transformar y visualizar información sobre la actividad de los docentes investigadores, sentando las bases para futuras aplicaciones orientadas a mejorar el acceso y análisis de datos institucionales.

Palabras clave: Ontología, Web Semántica, Producción científica.

Índice general

1. Introducción	1
1.1. Motivación	1
1.2. Objetivos y contribución	2
1.3. Estructura del documento	2
2. Revisión de antecedentes	3
2.1. Agencia nacional de investigación e innovación	3
2.2. Sistema Nacional de Investigadores	5
2.3. CVUy	5
2.4. Universitas XXI	6
2.5. CvLAC	6
2.6. Plataforma ScienTI - Ciencia y Tecnología para Todos	7
2.7. Portal de Producción Científica	7
2.8. Plataforma Lattes	8
2.9. Conclusiones	14
3. Requerimientos	17
3.1. Relevamiento de requerimientos	17
3.2. Requerimiento 1: Fuentes de datos	18
3.3. Requerimiento 2: ¿Qué se modela?	18
3.4. Requerimiento 4: ¿Cuáles son las características de la producción científica de esos docentes?	20
3.5. Requerimiento 5: ¿Qué grupos de investigación se identifican?	20
4. Sistema Docente Investigador Udelar	23
4.1. Arquitectura del Sistema	23
4.2. Arquitectura Implementada	25
4.3. Metodología utilizada para el desarrollo de la Ontología Docente Investigador	26
4.4. Fase de Especificación	28
4.5. Fase de Conceptualización	28
4.6. Fase de Implementación	33
4.7. Componentes	33

5. Datos para la ontología	41
5.1. Extracción de datos	42
5.2. Problemas presentados en la extracción de datos	44
6. Carga de la ontología	45
6.1. Definición de Mapeos	45
6.2. Herramienta utilizada	45
6.3. Mapeos	45
7. Resultados Obtenidos	79
7.1. Inferencias	79
7.2. Tableros	83
7.3. Análisis de Datos	92
7.4. Evaluación de la ontología	94
8. Conclusiones y Trabajos Futuros	97
8.1. Logros	97
8.2. Conclusiones	98
Referencias	101
A. Glosario de Términos	103
A.1. Glosario de Términos	103
B. Taxonomía de Conceptos	109
B.1. Taxonomía de Conceptos	109
C. Diagrama de Relaciones Binarias	111
C.1. Diagrama de Relaciones Binarias	111
D. Diccionario de conceptos	113
D.1. Diccionario de conceptos	113
E. Relaciones Binarias	115
E.1. Relaciones binarias	115
F. Atributos de instancia	117
F.1. Atributos de instancia	117
G. Definición de reglas	125
G.1. Definición de reglas	125
H. Base dbODIUdelaR	127
I. Evaluación de tecnologías	129
I.1. Protégé	129
I.2. Eddy	129
I.3. Ontop	129

I.4. Jena	130
I.5. OOPS!	131
I.6. Ontotext GraphDB	131
I.7. Neo4j	131
I.8. Metabase	132
I.9. Contenedores Docker en el proyecto	132
J. Manual de instalación	135
J.1. Requisitos previos	135
J.2. Descarga de la ontología	135

Capítulo 1

Introducción

1.1. Motivación

Investigar es uno de los fines de la [Universidad de la República \(UdelaR\)](#), establecidos en el Art 2° de su Ley Orgánica ([de Uruguay, 1958](#)), de hecho, más de la mitad de la investigación que se lleva a cabo en Uruguay es realizada en la Universidad de la República¹, lo que la convierte en un pilar central de la producción científica del país.

Uruguay cuenta con aproximadamente 2,300 investigadores categorizados en el [Sistema Nacional de Investigadores \(SNI\)](#)², lo que fortalece la comunidad científica y expande el ámbito de la ciencia nacional, consolidando así el trabajo de los investigadores. Este contexto resalta la importancia de la investigación como motor de avance social y cultural.

En términos generales, la investigación se define como un conjunto de actividades dirigidas a la creación y búsqueda de nuevos conocimientos en diversos campos, con el propósito de expandir la cultura y contribuir a la solución de los problemas de la sociedad. Algunos de estos problemas son específicos de nuestro país, mientras que otros son de carácter general y son abordados por investigadores a nivel mundial.

Según Sampieri y Collado([Sampieri, Collado, y Lucio, 2016](#), cap. 1, p. 2), la investigación se caracteriza por ser un conjunto de procesos sistemáticos, críticos y empíricos aplicados al estudio de fenómenos o problemas. Este enfoque sistemático es esencial para garantizar la rigurosidad y validez de los hallazgos.

Realizar un diagnóstico que incluya el perfil sociodemográfico, la organización en grupos, las líneas de investigación y las producciones de los docentes investigadores implica un esfuerzo significativo. Este proceso requiere tiempo dedicado a la búsqueda de fuentes de información, las cuales suelen estar muy dispersas.

Según Gruber([Gruber, 1993](#)), una ontología es un conjunto de primitivas representacionales con las que se modela un dominio de conocimiento o discurso. Estas primitivas suelen ser clases (o conjuntos), atributos (o propiedades) y relaciones (o interrelaciones entre los miembros de una clase).

En el artículo Metodologías y métodos para la construcción de ontologías de Jaime Alberto Guzmán Luna, Mauricio López Bonilla e Ingrid Durley Torres([Guzmán Luna, López Bonilla, y](#)

¹<https://dgjuridica.udelar.edu.uy/ley-organica/>

²<https://sni.org.uy/>

Durley Torres, 2012), se menciona que las ontologías favorecen la comunicación entre personas, organizaciones y aplicaciones porque proporcionan una comprensión común de un dominio, de modo que se eliminan las confusiones conceptuales y terminológicas. Las ontologías favorecen también la gestión de contenidos, la comunicación entre aplicaciones y una comprensión común de la información entre ellas. Las ontologías también sirven para conseguir que los sistemas cooperen mutuamente.

El objetivo del presente proyecto de grado es definir un *Sistema Docente Investigador Udelar* que represente el dominio de los docentes investigadores de la UdelaR, con el propósito de centralizar información proveniente de diversas fuentes y así facilitar tanto el trabajo de investigación como el análisis de datos, optimizando el tiempo dedicado a la búsqueda de información. Obtener información ampliada de los datos almacenados en las diferentes fuentes a través de inferencias sobre los mismos.

1.2. Objetivos y contribución

Entre los objetivos de este proyecto de grado se destaca la centralización de la actividad de los docentes, lo que facilitará el control y la gestión académica de la investigación, además de permitir la elaboración de informes y reportes para la toma de decisiones. También se busca optimizar la búsqueda de docentes investigadores de la UdelaR, mediante múltiples criterios basados en la información disponible en los [Plataforma nacional de currículums de Uruguay \(CVUy\)](#) públicos.

También, el proyecto contribuirá al diagnóstico del estado actual de los docentes investigadores de la UdelaR, permitiendo determinar perfiles basados en diversos criterios como: grado académico, nivel de formación, dedicación total, características de las producciones, área de actuación, participación en grupos de investigación y acceso a financiamiento.

1.3. Estructura del documento

El documento se organiza de la siguiente forma: en el Capítulo 2 se analizan diversos sistemas de dominios relacionados con los docentes y sus actividades de investigación en diferentes países. El Capítulo 3 presenta los requerimientos. En el Capítulo 4 se describe la arquitectura de la solución, la ontología y su proceso de construcción. El Capítulo 5 aborda los datos para la ontología y la extracción de información. El Capítulo 6 detalla la carga de la ontología, el Capítulo 7 se presentan los resultados obtenidos. Finalmente, el Capítulo 8 presenta las conclusiones.

Además, los anexos amplían la información correspondiente a las fases de construcción de la ontología, desarrolladas según la metodología METHONTOLOGY (Fernández-López, Gomez-Perez, y Juristo, 1997). Estos anexos incluyen el glosario de términos (Anexo A), la taxonomía de conceptos (Anexo B), el diagrama de relaciones binarias (Anexo C), el diccionario de conceptos (Anexo D), las relaciones binarias (Anexo E), los atributos de instancia (Anexo F), la definición de reglas (Anexo G) y la base ODIUDELAR (Anexo H).

Finalmente, se incorporan otros temas tratados durante el proyecto: la evaluación de tecnologías (Anexo I) y el manual de instalación (Anexo J).

Capítulo 2

Revisión de antecedentes

En este capítulo se presentan relevamientos realizados a sitios web relacionados a las temáticas de la investigación en el ámbito universitario, la recuperación de información de la comunidad de investigadores, además del intercambio de información de los [Currículum Vitae \(CV\)](#), entre otros.

2.1. Agencia nacional de investigación e innovación

La [Agencia Nacional de Investigación e Innovación \(ANII\)](#)¹ es una institución que desempeña un papel crucial en el impulso de la ciencia, la tecnología y la innovación en Uruguay. Con el objetivo de apoyar y promover el desarrollo de la investigación científica y la innovación tecnológica considerándolos procesos esenciales para el crecimiento económico y la sostenibilidad del país, la [ANII](#) coordina y articula un ecosistema de actores comprometidos con el desarrollo científico, tecnológico y empresarial. La [ANII](#) se estructura en cuatro componentes principales: Investigación, Formación, Innovación y Emprendimientos. A continuación, nos centraremos en los componentes de Investigación y Formación, explicando cómo la [ANII](#) contribuye a fortalecer estos aspectos esenciales para el desarrollo de la ciencia y la tecnología en el país.

Para apoyar la Investigación y la generación de conocimiento [ANII](#) dispone de diversas herramientas y recursos clave:

1. **El Sistema Nacional de Investigadores SNI**², es utilizado por la [ANII](#) para reconocer, categorizar y apoyar económicamente a los investigadores del país. El sistema del [SNI](#) tiene un enfoque de evaluación periódica, que clasifica a los investigadores según su trayectoria y producción científica.
2. Sistemas y Servicios de Información Científico-Tecnológica:
 - **Timbó**³, es una plataforma que ofrece acceso gratuito en línea a bibliografía y literatura científica-tecnológica mundial.

¹<https://www.ani.org.uy>

²<https://sni.org.uy/>

³<https://timbo.org.uy/home>

- **Plataforma de curriculum Vitae para los profesionales uruguayos (CVUy)**⁴, que permite a los investigadores uruguayos crear y gestionar sus currículums académicos y científicos de manera centralizada. Los investigadores pueden incluir detalles sobre sus publicaciones, proyectos, colaboraciones y logros, lo que les facilita la visibilidad y el reconocimiento en la comunidad científica.
- **Prisma**⁵, es un portal que ofrece indicadores de **Ciencia, Tecnología e Innovación (CTI)** a nivel nacional, proporcionando información relevante sobre el estado de la ciencia, la tecnología y la innovación en Uruguay. La información proviene de instituciones nacionales e internacionales y es procesada por la Unidad de Evaluación y Monitoreo de **ANII**.
- **Silo**⁶ es una iniciativa de **ANII**, es un sistema de repositorios digitales de acceso abierto que permite almacenar y acceder a publicaciones científicas y otros productos de investigación en formato digital. Además forma parte de LA Referencia ⁷, Red latinoamericana para la Ciencia Abierta.
- **Redi**⁸ es un repositorio de la **ANII** que ofrece acceso abierto y gratuito a artículos, tesis de posgrado, presentaciones en eventos académicos, libros y cualquier otra obra generada en el marco de proyectos financiados total o parcialmente por **ANII**. Además Redi forma parte de Silo.
- **Redata**⁹ es un Repositorio de Datos Abiertos de Investigación de Uruguay, es un proyecto de la **ANII**, forma parte de Silo y además tiene como objetivos:
 - Facilitar la identificación, verificación y reutilización de los resultados de investigación,
 - Minimizar la duplicación de esfuerzos en la recolección de datos,
 - Desarrollar capacidades a nivel nacional para la gestión de datos sujeta a estándares y buenas prácticas internacionales,
 - Contribuir al desarrollo de infraestructuras para la ciencia abierta, en consonancia con recomendaciones y tendencias internacionales.
- **Registro de Equipamiento Científico**¹⁰, es un registro de unidades de investigación y equipamiento científico de mediano y gran porte que está disponible en el país. A través de este registro, los investigadores pueden consultar y acceder a equipos y recursos que estén disponibles para su uso en proyectos científicos.

3. Fondos de promoción de la investigación

4. Transferencia Tecnológica

El componente de formación es esencial para fortalecer la capacidad científica y tecnológica de Uruguay. A través de becas y programas específicos, la **ANII** apoya la formación académica avanzada de investigadores y estudiantes en áreas claves para el desarrollo del país. También cuenta con instrumentos que facilitan la vinculación entre equipos científicos de otros países con Uruguay.

⁴<https://cvuy.uy/>

⁵<https://prisma.uy/>

⁶<https://silo.uy/vufind/>

⁷www.lareferencia.info/es/

⁸<https://redi.anii.org.uy/jspui/>

⁹<https://redata.anii.org.uy/>

¹⁰<https://equipamiento.uy/sistema/externo/login.php>

Los componentes de Investigación y Formación de la [ANII](#) son fundamentales para el desarrollo de la ciencia y la tecnología en Uruguay. Mediante sistemas como el [SNI](#), plataformas de información científica y becas de formación, la [ANII](#) contribuye a fortalecer el capital humano en el país, promoviendo tanto la generación de conocimiento como la capacitación de investigadores en áreas clave para el futuro de la ciencia y la innovación.

2.2. Sistema Nacional de Investigadores

El [SNI](#)¹¹ fue creado en el marco de la [ANII](#)¹², tiene como principales objetivos fortalecer, expandir y consolidar la comunidad científica, además de identificar, evaluar periódicamente y categorizar a todos los investigadores y establecer un sistema de apoyo económicos que estimule la dedicación a la producción de conocimiento en todas las áreas de conocimiento.

El [SNI](#) implementa varias estrategias para lograr estos objetivos. En primer lugar, se lleva a cabo un proceso de clasificación y evaluación de los investigadores, donde se les asigna diferentes niveles según su producción científica y el impacto de sus trabajos en la sociedad. Esto permite no solo reconocer el esfuerzo de los investigadores, sino también orientar el apoyo que se les brinda. También, el [SNI](#) realiza convocatorias y otorga becas que financian proyectos de investigación y facilita la participación de los investigadores en eventos académicos clave. De este modo, se busca que puedan presentar sus hallazgos y conectarse con otros profesionales en su campo. Otro aspecto fundamental es la creación de redes de colaboración, donde se fomenta el intercambio de ideas y conocimientos entre investigadores. Esto incluye la promoción de la difusión de los resultados obtenidos en foros científicos, lo que enriquece el ambiente de investigación en el país. El apoyo institucional también juega un papel crucial, ya que el [SNI](#) trabaja en coordinación con universidades y otras instituciones académicas para estimular tanto la investigación como la formación de nuevos investigadores. Por último, se ofrecen programas de formación y capacitación continua, lo que permite a los investigadores actualizar sus habilidades y conocimientos, asegurando que se mantengan al día con los avances en sus respectivas áreas. En resumen, el [SNI](#) de Uruguay se presenta como un sistema integral que busca potenciar la investigación de calidad mediante la evaluación, financiación, colaboración, y formación de los investigadores.

2.3. CVUy

[CVUy](#)¹³ es una plataforma de currículo reconocida a nivel nacional y regional que contribuye al mantenimiento y actualización permanente de información validada, acerca de las capacidades del capital humano del Uruguay.

- Acceso abierto: la información curricular de los usuarios de [CVUy](#) es utilizada por instituciones nacionales con fines académicos.
- Red de profesionales Uruguayos: Más de 10.000 profesionales y académicos uruguayos forman parte de la plataforma [CVUy](#).

El sitio dispone de un buscador por nombre o documento. Además se pueden aplicar filtros por:

¹¹<https://sni.org.uy/>

¹²<https://www.anii.org.uy>

¹³<https://cvuy.anii.org.uy/>

- Buscar únicamente en SNI
- Formación
- Producción Bibliográfica
- Producción técnica
- Formación RRHH
- Áreas de actuación
- Palabras clave
- Líneas de investigación
- Proyectos I+D

La búsqueda devuelve los CVUy de los profesionales que cumplen con los criterios ingresados. Se puede acceder al currículum en versión HTML o descargarlo en PDF.

Sin embargo, pudimos comprobar que la búsqueda avanzada no siempre funciona correctamente. En particular, al aplicar filtros por Área de actuación, Palabras clave o Formación, se han detectado casos en los que los resultados incluyen CVUy que no cumplen con los criterios especificados. Por ejemplo, al filtrar por nivel de formación “Grado” y estado “En marcha”, se devolvieron registros que no correspondían con esa condición. Este comportamiento se ha observado en múltiples combinaciones de filtros.

A pesar de estas limitaciones, [CVUy](#) sigue siendo una herramienta valiosa en Uruguay, ya que proporciona acceso abierto a la información curricular y contribuye a la actualización constante de los datos sobre el capital humano del país.

2.4. Universitas XXI

Universitas XXI¹⁴ es un sistema desarrollado por la Universidad Carlos III de Madrid, es un sistema integral que permite la gestión de la investigación en el ámbito universitario, la gestión de la actividad investigadora y permite la recuperación de información para los miembros de la universidad y empresas. No podemos asegurar si el sistema utiliza ontologías o no pero nos llama la atención por ser un sistema integral que permite al usuario su gestión en la investigación, en el ámbito universitario, gestión de proyectos y elaboración de la memoria de investigación entre otras funcionalidades. Se solicitó mediante la página acceso a una demo del sistema que fue negada por política de empresa.

2.5. CvLAC

Curriculum Vitae de Latinoamérica y Caribe (CvLAC)¹⁵ es similar al CVUy, desarrollada por el departamento administrativo de ciencia e innovación de Colombia y sirve para condensar la producción intelectual de investigadores e innovadores académicos y expertos del sistema nacional

¹⁴<https://www.universitasxxi.com/uxxi-investigacion.html>

¹⁵https://scienti.minciencias.gov.co/cvlac/Login/pre_s_login.do

de ciencia y tecnología e innovación. En la pagina se accedió al registro de un usuario y al sistema. En el panel principal se visualiza un check box para indicar si ¿Desea aparecer en el Servicio de Información de Evaluadores Pares Reconocidos del SNCTel?, en caso de no marcar la casilla nuestro Currículo permanecerá oculto y no aparecerá en las consultas. En [CvLAC](#) encontramos similitudes con [CVUy](#) en varias de las categorizaciones y datos.

2.6. Plataforma ScienTI - Ciencia y Tecnología para Todos

Ciencia y Tecnología para Todos¹⁶ es la herramienta para la consulta de información en las bases de datos que recogen toda la información sobre currículos de investigadores [CvLAC](#) y hojas de vida de grupos de investigación [GrupLAC](#) colombianos. La información es de libre acceso. La documentación del sitio es amplia y con manuales de uso de la herramienta.¹⁷ La búsqueda que se destaca es Ciencia en Cifras, en la cual podemos encontrar un panel con información de:

- Presupuesto Minciencias
- Resultados Generales Grupos e Investigadores
- Grupos de Investigación
- Investigadores Reconocidos
- Comparativo resultados (Investigadores, Grupos, Producción Científica)
- Revistas Científicas Nacionales Indexadas por Minciencias – Publindex
- Proyectos de I+D+i financiados por Minciencias

Ejemplo de panel de ESTADÍSTICAS GENERALES GRUPOS E INVESTIGADORES¹⁸
No se permite exportar resultados en formato PDF o CSV.

2.7. Portal de Producción Científica

Portal desarrollado por la Universitat Pompeu Fabra¹⁹ [Portal de Producción Científica \(PPC\)](#)²⁰ contiene información sobre publicaciones, proyectos de investigación, congresos, tesis dirigidas y otras actividades incluidas en el currículum vitae del personal académico. El portal es sencillo conteniendo en la parte central un buscador por 3 categorías: Investigadores, Publicaciones y Palabras calves. Además permite la búsqueda por Departamento, Grupo, Unidad, Centro específico.

Búsqueda por investigador: Devuelve listado con los Investigadores con Nombre/Apellido ingresado en buscador. Se puede acceder al currículum del investigador haciendo clic en el nombre.

Búsqueda de Publicación/ Palabras clave: Devuelve las producciones que contienen en su título la palabra/frase o palabra clave ingresada en el buscador.

¹⁶<https://minciencias.gov.co/scienti>

¹⁷https://www.colciencias.gov.co/sites/default/files/manual_ciencia_y_tecnologia_para_todos_usuario_externo.doc

¹⁸<https://minciencias.gov.co/la-ciencia-en-cifras/estadisticas-generales>

¹⁹<https://www.upf.edu/web/guest/universidad>

²⁰<https://producciocientifica.upf.edu>

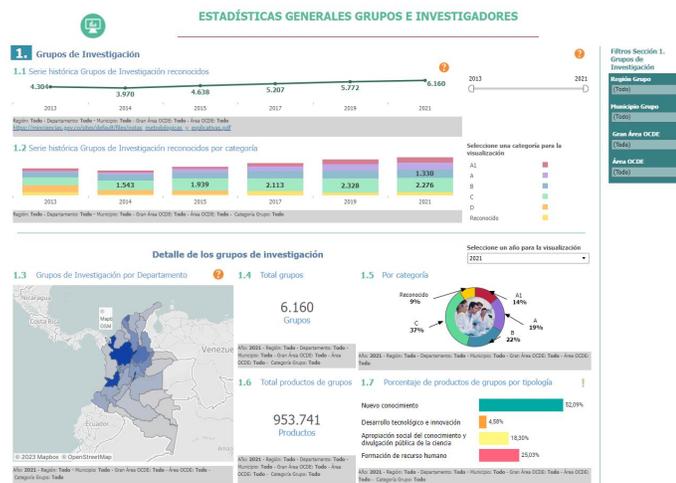


Figura 2.1: ScienTI Grupos

Se destaca en este sitio el tipo de búsqueda y la categorización de los resultados, no es posible exportar los resultados a PDF o CSV para utilización de la información.

2.8. Plataforma Lattes

La Plataforma Lattes²¹ es un servicio digital proporcionado por el [Conselho Nacional de Pesquisa \(CNPq\)](#) que tiene como objetivo mejorar la difusión, planificación, gestión e implementación de la investigación en Brasil al recopilar información curricular de diversos actores y áreas de investigación. Integra una base de datos de currículos, grupos de investigación e instituciones diversas de Brasil en un solo sistema. Además de ser estratégico para la planificación y gestión de actividades, también es importante para la formulación de políticas del Ministerio de Ciencia y Tecnología. El Repositorio de Datos de Investigación LattesData²² es un repositorio de acceso abierto que contiene datos recopilados, generados y utilizados en investigaciones apoyadas por el [CNPq](#). Funcionalidades a destacar:

- Búsqueda de currículo básica: Permite la búsqueda de currículo por el nombre o asunto-título o palabra clave de la producción.
- Búsqueda de currículo avanzada.

²¹<https://lattes.cnpq.br/>

²²<https://painel-lattes.cnpq.br>

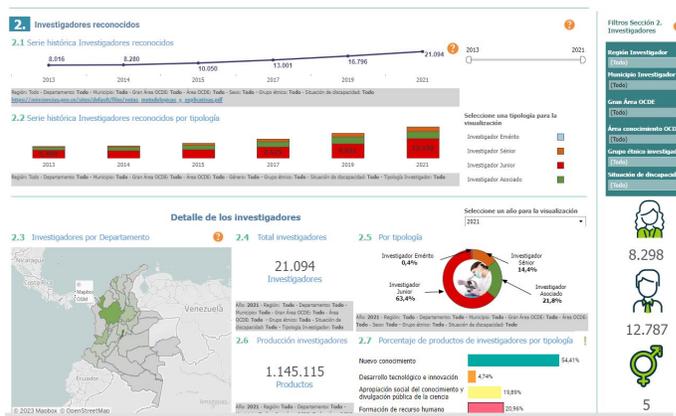


Figura 2.2: ScienTI Investigadores



Figura 2.3: Pág. Principal



Figura 2.7: Búsqueda básica de CV

BETANCOR RODRÍGUEZ, ANDRÉS



Catedrático de universidad
 Departamento de Derecho
 Observatorio de la Evolución de las Instituciones

andres.betancor@upf.edu
 935422000

Experto

Public law. Administrative law. Environmental law. Economic regulation. Derecho administrativo. Derecho ambiental. Derecho de la regulación económica

ID  

Figura 2.4: PPC Datos generales

PUBLICACIONES	AYUDA A LA INVESTIGACIÓN	OTROS
Artículos de revista (38) Libros (12) Capítulos de libros (47) Manuales y otras publicaciones (9)	Proyectos (7)	Tesis doctorales (3) Congresos (7) Premios (3) Estancias de investigación (5) Cursos y seminarios impartidos (3) Líneas de investigación (1) Número tramos investigación reconocidos (3) Otras actividades (10)

Figura 2.5: PPC Producciones

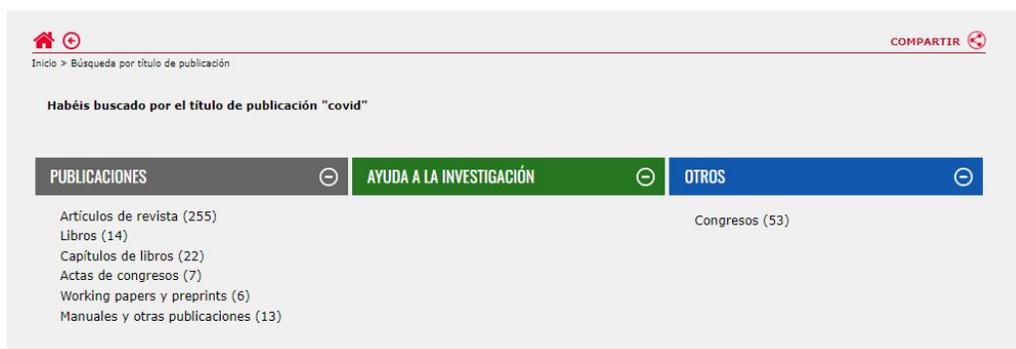


Figura 2.6: PPC Búsqueda

Busca Avançada (por Assunto) Busca Simples

Construa uma consulta com:

todas essas palavras :

esta frase exata:

qualquer uma dessas palavras:

e nenhuma dessas palavras:

esta expressão booleana:

Nas bases Doutores Demais pesquisadores (Mestres, Graduados, Estudantes, Técnicos, etc.)

Nacionalidade: Brasileira Estrangeira

País:

Tipo de filtro

Bolsistas de Produtividade do CNPq Outros Bolsistas do CNPq

Formação Acadêmica/Titulação Nível do Curso de Pós-graduação onde é Docente

Atuação profissional Atividade de Orientação

Idioma Áreas ou Setores da Produção em C&T

Atividade Profissional (Instituição) Presença no Diretório de Grupos de pesquisa

Figura 2.8: Búsqueda avanzada de CV

- En ambos casos se retorna un listado de currículos que cumplen con el criterio de búsqueda.
- Al hacer clic en un investigador, se visualiza pantalla con presentación del investigador y acceso a su currículum y producciones.

Milney Chasin

Doutor em História Social pela Universidade de São Paulo com a tese intitulada Política, Limite e Mediana em Aristóteles, 2007. Mestre em Filosofia Contemporânea pela Universidade Federal de Minas Gerais com a dissertação intitulada O Complexo Categorial da Objetividade nos escritos Marxianos de 1843 a 1848, 1999. Graduação em Filosofia pela Universidade Federal de Minas Gerais, 1988. Áreas de pesquisa e de interesse: filosofia política, ética, marxismo, filosofia da tecnologia e história antiga. Atualmente é professor do Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais.

Certificado pelo autor em 17/12/2019.

This site is protected by reCAPTCHA and the Google [Privacy Policy](#) and [Terms of Service](#) apply.

No CNPq

- Curículo Lattes
- Indicadores de Produção

Abri Currículo | Contato | Fechar

Figura 2.9: Apresentação investigador

Dados gerais | Formação | Atuação | Projetos | Produções | Eventos | Bancas | +

Milney Chasin

Endereço para acessar este CV: <http://lattes.cnpq.br/0260908932476125>

ID Lattes: 0260908932476125

Última atualização do currículo em 17/12/2019

Doutor em História Social pela Universidade de São Paulo com a tese intitulada Política, Limite e Mediana em Aristóteles, 2007. Mestre em Filosofia Contemporânea pela Universidade Federal de Minas Gerais com a dissertação intitulada O Complexo Categorial da Objetividade nos escritos Marxianos de 1843 a 1848, 1999. Graduação em Filosofia pela Universidade Federal de Minas Gerais, 1988. Áreas de pesquisa e de interesse: filosofia política, ética, marxismo, filosofia da tecnologia e história antiga. Atualmente é professor do Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais. **(Texto informado pelo autor)**

Identificação

Nome Milney Chasin

Nome em citações bibliográficas CHASIN, Milney

Lattes ID <http://lattes.cnpq.br/0260908932476125>

Endereço

Figura 2.10: Acesso al currículo

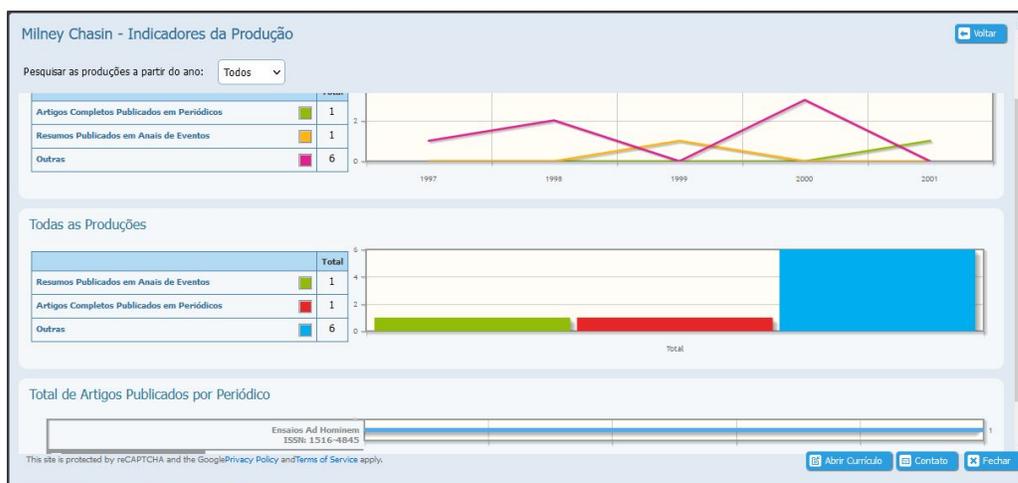


Figura 2.11: Acceso a producciones

Dispone de paneles de consulta predefinidos que permite consultar por:

- Distribución geográfica
 - Por región.
 - Por estado.
 - Filtros: Nivel de formación - Distribución por región/estado.
- Ranking Instituciones:
 - Filtros: Sector económico, área grande, sub área, criterio.
- Distribución por Género.
 - Filtros: Nivel de formación, sexo, grupo de edad.
- Distribución por Sector.
 - Filtros: Nivel de formación.
- Evolución de los graduados.
 - Total.
 - Masculino.
 - Femenino.
 - Filtros: Nivel de formación, formación por años.

Los resultados no se pueden exportar, se presentan en gráficas de torta, barras, funciones.

2.9. Conclusiones

A través del análisis de los sistemas de gestión de la investigación y currículum en diversas instituciones, hemos identificado características y funcionalidades que destacan la importancia de la organización y el acceso a la información académica y científica.

La página del [CVUy](#) permite realizar el registro inicial redirigiendo a la [ANII](#)²³, donde se completa el formulario correspondiente. Si bien el portal del [CVUy](#) ofrece funcionalidades clave para la búsqueda y descarga de información curricular, se identificaron limitaciones en la precisión de los resultados al aplicar ciertos filtros avanzados, lo que podría afectar su utilidad para consultas específicas y en los resultados presentados en Prisma²⁴.

Universitas XXI ofrece un enfoque integral para la gestión de la investigación universitaria. Por otro lado, CvLAC y ScienTI demuestran similitudes en sus estructuras de categorización y en su capacidad para condensar la producción intelectual de investigadores, facilitando así el acceso a información clave para el sistema nacional de ciencia y tecnología.

La Plataforma Lattes se distingue por su enfoque en la planificación y gestión de la investigación en Brasil, integrando información curricular de diversos actores y áreas.

Estos sistemas, aunque variados en su enfoque y características, comparten el objetivo común de mejorar la gestión y visibilidad de la actividad investigadora, lo cual es crucial para el desarrollo académico y científico en la región. La falta de opciones para exportar datos en varios de estos sistemas es una limitación que podría mejorarse para facilitar un análisis más profundo y accesible de la información disponible.

En la Tabla 2.1 se destacan los puntos relevantes sobre el uso de la información de los investigadores y docentes de las instituciones a las que pertenecen. Se menciona el nombre del sitio y los aspectos más significativos de cada uno.

²³<https://anii.org.uy>

²⁴<https://prisma.uy/>

Tabla 2.1: Conclusiones sobre los sitios analizados

Sitio	Funcionalidad destacada	Comentarios
CVUy	Búsqueda por nombre o documento	Permite localizar CV específicos de forma directa.
	Filtros combinados	Posibilidad de aplicar múltiples criterios, aunque se detectaron inconsistencias en los resultados devueltos.
ScienTI	Dashboards interactivos	Presenta estadísticas generales sobre grupos e investigadores.
	Comparativas	Permite comparar indicadores entre investigadores.
	Producción científica	Información detallada sobre investigadores reconocidos y su producción.
PPC	Categorización de resultados	Organización por tipo de producción, utilidad y otros criterios.
	Apoyo a la investigación	Clasificación orientada a facilitar la búsqueda para investigación.
	Clasificación diversa	Incluye categorías no académicas o misceláneas.
	Currículo estructurado	Formato claro y organizado del CV.
Lattes	Presentación del investigador	Visualización detallada del perfil y sus producciones.
	Exportación de CV	Permite la descarga del CV en formato XML para análisis externo.
	Dashboard por género	Ofrece estadísticas de distribución por género.
	Evolución académica	Datos sobre la evolución de graduados e investigadores.

Capítulo 3

Requerimientos

En este capítulo se presenta el análisis de requerimientos. Para llevar a cabo el relevamiento de estos requerimientos se realizaron reuniones con nuestros clientes, las docentes de la [Facultad de Investigación y Comunicación \(FIC\)](#) Natalia Aguirre y Leticia Gambetta.

3.1. Relevamiento de requerimientos

Realizamos reuniones con nuestras clientas para recopilar los requerimientos iniciales del proyecto. A partir de esta información, desarrollamos una maqueta preliminar aplicando la metodología de [Experiencia de Usuario \(UX\)](#). Este enfoque permitió refinar y completar la definición de los requerimientos, asegurando una solución alineada con sus necesidades.

En este contexto, se tuvo en cuenta el estudio La investigación en la Facultad de Información y Comunicación - Un análisis de su producción académica ([Natalia Aguirre-Ligüera, 2019](#)). El documento analiza la evolución de la investigación en la Facultad de Información y Comunicación de la Universidad de la República [FIC-UdelaR](#), desde su creación en 2013 hasta 2017.

El informe examina aspectos como el perfil de los docentes investigadores, los grupos y líneas de investigación existentes, así como el impacto de la producción científica en el desarrollo académico y disciplinar de la facultad. También, destaca la necesidad de fomentar una investigación de calidad, orientada a responder a los desafíos sociales en el campo de la información y la comunicación. El estudio incluye datos estadísticos y gráficos que ilustran el estado de la investigación en la [FIC](#), junto con consideraciones finales que subrayan la relevancia de este análisis para el futuro institucional.

Maqueta

Se identifican tres dimensiones como unidad de análisis: los investigadores, sus producciones científicas y los grupos en los que se agrupan los docentes investigadores.

Los investigadores se representan a través de perfiles detallados. En esta sección, se puede filtrar y seleccionar información según diversos criterios, como el período, el género, el perfil docente, el nivel de formación, el instituto de afiliación y el departamento correspondiente.

Durante la presentación surge la inquietud de implementar filtros cruzados que permitan, a partir del perfil de un investigador, filtrar por producciones científicas y grupos de investigación, manteniendo la conexión entre las dimensiones y conservando los filtros aplicados.

The image shows a web application interface for filtering profiles. It is organized into two main columns. The left column contains the following sections:

- Perfiles**: A search bar with tabs for 'Perfiles', 'Producción', and 'Grupos'.
- Período**: Two date input fields showing '02/01/2018' and '28/02/2018'.
- Sexo**: Two buttons labeled 'Mujer' and 'Hombre'.
- Perfil docente**: Two columns of filters. The first column has 'SNI' and four toggle switches labeled 'INI', 'NI', 'NII', and 'NIII', all of which are turned on. The second column has 'DT' and five toggle switches labeled 'G1', 'G2', 'G3', 'G4', and 'G5', all of which are turned on.
- Formación**: Two buttons labeled 'Doctorado' and 'Grado'.

The right column contains the following sections:

- Formación**: Two buttons labeled 'Doctorado' and 'Grado', and two buttons labeled 'Maestría' and 'Otra'.
- Instituto**: Two buttons labeled 'IC' and 'II'.
- Departamentos**: No visible filters.

At the bottom right of the interface is a large orange button labeled 'APLICAR'.

Tabla 3.1: filtros identificados en los perfiles

Se identifica la necesidad de contar con varias fuentes de datos para alimentar la aplicación, estas son: el [CVUy](#), el formulario de facultad y la [Comisión Sectorial de Investigación Científica \(CSIC\)](#). Los clientes enfatizan la relevancia de los datos provenientes del [CVUy](#), debido a su estructura bien definida y su utilidad en la elaboración de informes. Por esta razón, se prioriza el trabajo con los datos de esta fuente.

3.2. Requerimiento 1: Fuentes de datos

Nuestro sistema debe ser capaz de integrarse con las fuentes de datos identificadas por el cliente, asegurando que puedan ser cargadas correctamente. Además, es fundamental proporcionar una herramienta que facilite esta carga, respetando la estructura requerida para garantizar la coherencia y la interoperabilidad de los datos.

3.3. Requerimiento 2: ¿Qué se modela?

Nuestro sistema debe modela el dominio de los docentes de la [UdelaR](#) que desarrollan actividades de investigación. Según el Estatuto docente ([de la República, 2021](#), art. 1) menciona que son funciones sustantivas del personal docente: la enseñanza, la investigación y otras formas de

The screenshot shows a search filter interface for 'Producción'. At the top, there are three tabs: 'Perfiles', 'Producción' (highlighted with a red box), and 'Grupos', followed by a search icon. Below the tabs, the 'Período' section has two date input fields: '02/01/2018' and '28/02/2018'. The 'Autoría' section has two buttons: 'Individual' and 'Coautor'. The 'Tipo de Publicación' section has a grid of toggle switches for 'Congreso', 'Divulgación', 'Capítulo', 'Audiovisual', 'Artículo', 'Tesis', 'Libro', and 'Otros'. A 'Marcar Todas' toggle is also present. At the bottom, there are three buttons: 'País', 'Idioma', and 'Región', and a large orange 'APLICAR' button.

Tabla 3.2: filtros identificados en las producciones

The screenshot shows a search filter interface for 'Grupos'. At the top, there are three tabs: 'Perfiles', 'Producción', and 'Grupos' (highlighted with a red box), followed by a search icon. Below the tabs, the 'Período' section has a horizontal slider with a red dot and a scale from 0 to 12. The 'Grupos de Investigación' section has a 'Grupos' button. The 'Área de Investigación' section has an 'Áreas' button. The 'Formación' section has four buttons: 'Doctorado', 'Grado', 'Maestría', and 'Otra'. On the right side, there are two panels: 'Áreas Disponibles' and 'Áreas Seleccionados'. The 'Áreas Disponibles' panel contains three items: 'C.Sociales y Artística', 'Anterior', and 'Ciencias de la Salud'. The 'Áreas Seleccionados' panel is empty. Between the panels are two arrow buttons (right and left). An 'Aplicar' button is located at the bottom right. A large orange 'APLICAR' button is at the bottom center.

Tabla 3.3: filtros identificados en los grupos

actividad creadoras, la extensión y actividades en el medio.

Requerimiento 3: ¿Cuál es el perfil de los docentes que investigan en una Institución?

Distinguir el perfil investigador de los docentes de una institución específica, criterios como el grado, el nivel de formación, dedicación total, la pertenencia al [SNI](#). Para el perfil académico de los docentes, se procesaron los datos relativos a:

- Grado académico: considerando el Estatuto del Personal Docente de la [UdelaR](#) Grado 1 Ayudante; Grado 2 Asistente; Grado 3 Profesor Adjunto; Grado 4 Profesor Agregado; Grado 5 Profesor Titular.
- Dedicación: DT: dedicación exclusiva.
- Formación: máxima titulación alcanzada. doctorado, maestría, grado, otra.
- Integración al [SNI](#) y nivel.

3.4. Requerimiento 4: ¿Cuáles son las características de la producción científica de esos docentes?

Caracterizar la producción científica de los investigadores de acuerdo al tipo de publicación: si es mediante publicaciones nacionales o internacionales, arbitradas o no, es autor, en coautoría o no, entre otros criterios. Como producción científica de los docentes serán consideradas publicaciones en artículos y libros. En el caso de las publicaciones se tendrán en cuenta los siguientes datos:

- Tipo de publicación.
- Año.
- Lugar.
- Idioma.
- Autoría

3.5. Requerimiento 5: ¿Qué grupos de investigación se identifican?

Identificar los grupos de investigación existentes. Dentro de los grupos se identificará:

- Docentes responsables y/o coordinadores de grupo.
- Número de integrantes
- Perfil de los docentes.
- Líneas de investigación.
- Fecha de actualización de los grupos.

Conclusión

A partir del relevamiento realizado y los requerimientos identificados en colaboración con las docentes Leticia Gambetta y Natalia Aguirre, se reconoció la necesidad de desarrollar un sistema que permita integrar múltiples fuentes de datos, caracterizar adecuadamente el perfil de los docentes que realizan investigación, describir sus producciones científicas y agruparlos según líneas o grupos de trabajo. Esta complejidad, sumada a la necesidad de mantener conexiones entre dimensiones como perfil, producción científica y pertenencia a grupos, motivó la adopción de una solución basada en ontologías.

El uso de ontologías permite representar de manera explícita y estructurada el conocimiento del dominio, facilitando la integración de datos heterogéneos (como el [CVUy](#), el formulario institucional de la [FIC](#) y los registros de la [CSIC](#)), y asegurando la interoperabilidad y consistencia semántica. Además, ofrece capacidades avanzadas de razonamiento e inferencia, que resultan clave para responder a consultas complejas, aplicar filtros cruzados y mantener relaciones entre las distintas entidades involucradas.

Capítulo 4

Sistema Docente Investigador Udelar

En este capítulo se detalla la arquitectura general del sistema, centrada en el modelo ontológico propuesto, y se describe la metodología empleada para su construcción. El enfoque adoptado permite no solo representar la información existente, sino también ampliar y adaptar el sistema ante nuevas necesidades o fuentes de información futuras.

4.1. Arquitectura del Sistema

La arquitectura de un sistema puede definirse como el conjunto de decisiones relevantes que afectan a las cualidades del sistema (Falessi, Cantone, Kazman, y Kruchten, 2011). La arquitectura propuesta sigue un enfoque modular, donde cada módulo cumple un rol específico dentro del flujo de procesamiento, transformación y consulta de datos.

- Módulo de obtención de datos.
- Ontología.
- Módulo de consulta a la ontología.
- Módulo de gestión.

En la Figura 4.1, se puede observar el diagrama de la arquitectura.

Fuentes de datos

Las fuentes de datos consideradas son los CVUy accediendo por la API de la ANII y los datos que se obtienen del formulario interno de los docentes de la FIC.

Módulo de obtención de datos

Este módulo se encarga de obtener los datos a través de la API de la ANII y de la base de datos donde se almacenan los datos obtenidos del formulario interno de la FIC. Una vez obtenida la información, se detectan y gestionan posibles duplicados mediante el componente *Manejador de Conflictos*, y se homogenizan los formatos a través del proceso de normalización. Finalizado este procesamiento, los datos son almacenados en la base de datos relacional *dbODIUdelar*.

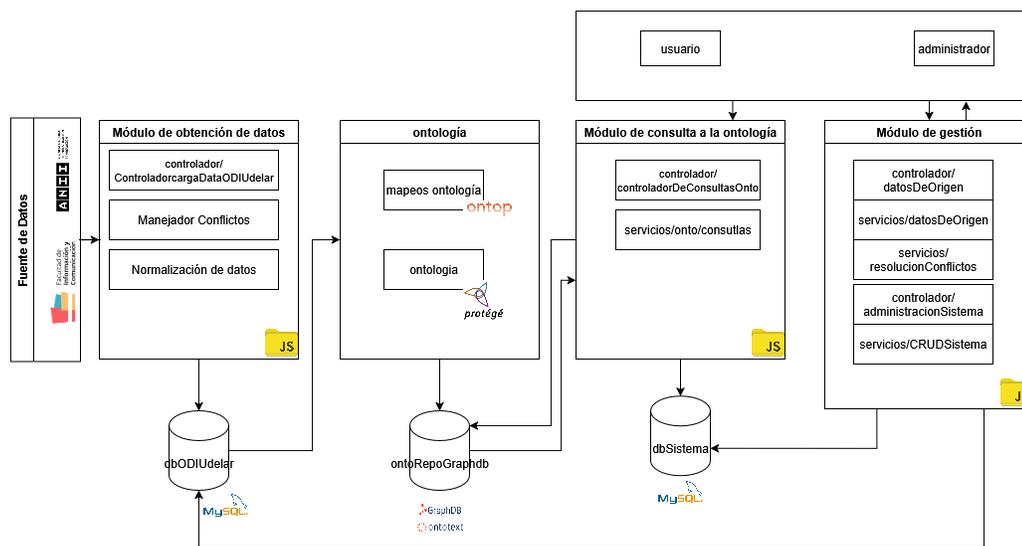


Figura 4.1: Arquitectura completa

Ontología

Para el diseño y gestión de la ontología en formato OWL se utiliza *Protégé*, mientras que *Ontop* se emplea para mapear y cargar los datos desde la base relacional *dbODIUdelar*. La información ontológica se almacena en una base de datos específica para datos en formato **RDF**, denominada *dbOntoGraph*, la cual permite consultas mediante el lenguaje **SPARQL**.

Módulo de consulta a la ontología

Este módulo permite la recuperación de información semántica mediante consultas **SPARQL**. Los resultados de las consultas se almacenan en la base relacional del sistema para ser utilizados posteriormente por otros componentes.

- *controladorDeConsultasOnto*: se encarga de orquestar la ejecución de las consultas.
- *consultas**: conjunto de consultas específicas definidas para recuperar información relevante de la ontología.

Módulo de gestión

Proporciona funcionalidades para la administración de usuarios y la gestión avanzada de datos.

- *controlador/datosDeOrigen*: controlador encargado de gestionar el acceso a los datos brutos.
- *servicios/datosDeOrigen*: servicios que permiten consultar y manipular los datos originales.
- *servicios/resolucionConflictos*: herramientas para la toma de decisiones sobre conflictos de datos por parte de los administradores. El proceso es guiado y permite comparar registros

conflictivos, consultar su procedencia y tomar decisiones informadas sobre cuál conservar, modificar o descartar (accesible desde el portal del administrador).

Capa de presentación

- *usuario administrador*: gestiona la carga de datos de diversas fuentes, supervisar el sistema y resolver conflictos manuales.
- *usuario*: explora y analiza datos mediante filtros cruzados (investigadores, producciones, grupos).

4.2. Arquitectura Implementada

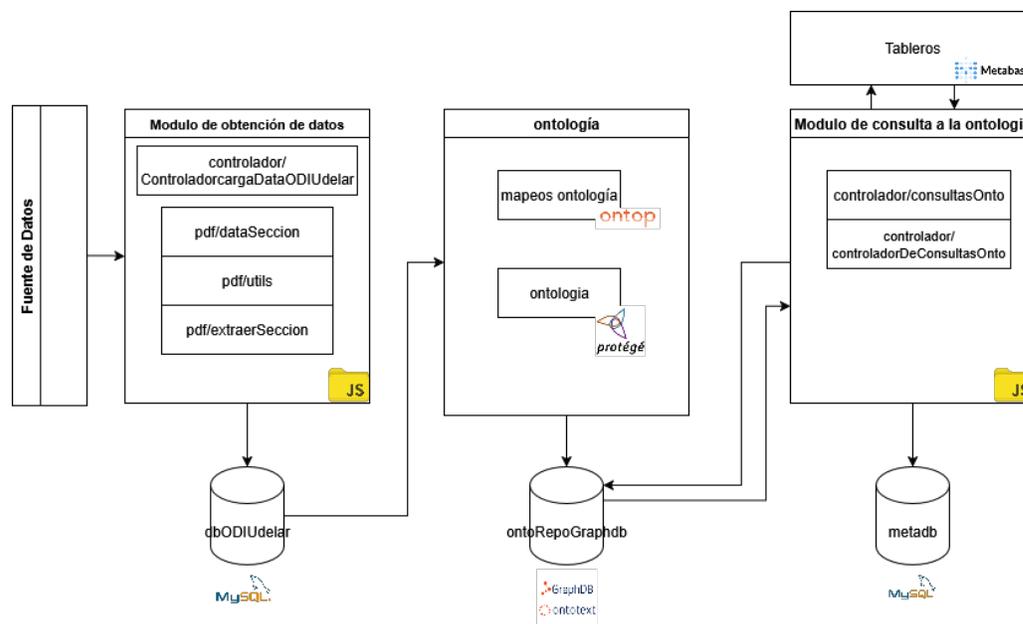


Figura 4.2: Arquitectura Implementada

Fuentes de datos

Debido a la falta de acceso a la API de la ANII y a los datos obtenidos mediante el formulario interno, se optó por utilizar los CVUy en formato PDF como fuente principal de información. Se descargaron los documento utilizando una herramienta *Httrack*¹ para descargar contenido de portales web. Posteriormente se implementó un proceso de extracción de la información que permite analizar y estructurar los datos contenidos en estos documentos.

¹<https://www.httrack.com/>

Módulo de obtención de datos

Este módulo fue adaptado para trabajar con la nueva fuente de datos en formato PDF. Se desarrolló una solución que permite acceder a los documentos, extraer la información relevante y almacenarla en la base de datos *dbODIUdelar*.

- *pdf/dataSeccion*: se encarga de extraer la información de la sección correspondiente del documento PDF.
- *pdf/utills*: contiene funciones auxiliares reutilizables para el procesamiento de los documentos.
- *pdf/extraerSeccion*: gestiona el almacenamiento de los datos extraídos en la base de datos *dbODIUdelar*.

Ontología

Se mantiene la funcionalidades descritas.

Módulo de consulta a la ontología

Se mantiene la funcionalidades descritas.

Capa de presentación

Para la capa de presentación se utilizó la herramienta *Metabase*², que permite la elaboración de tableros interactivos. Se desarrollaron tableros específicos orientados al perfil docente, incluyendo visualizaciones sobre publicaciones, líneas de investigación, proyectos, tesis, actividades de docencia, actividades de extensión e investigador, en el Capítulo 7 se detallan los mismos.

4.3. Metodología utilizada para el desarrollo de la Ontología Docente Investigador

Para el desarrollo de la ontología, se aplicó la metodología METHONTOLOGY (Fernández-López y cols., 1997). Se trata de una metodología de construcción de ontologías desarrollada por el Grupo de Investigación en Inteligencia Artificial de la Universidad Politécnica de Madrid, proporciona un enfoque sistemático para la creación de ontologías desde cero. En el diagrama de la Figura 4.3, se pueden observar los estados en el ciclo de vida de una ontología.

En una primera etapa, se llevarán a cabo actividades de evaluación, documentación y adquisición de conocimiento. Durante este proceso, se realizarán entrevistas con el fin de comprender el dominio de la ontología. Además, se recurrirá a documentos publicados por expertos, al estatuto docente de la UdelaR y a sistemas de información relacionados con la docencia e investigación. Estas actividades son tareas que se llevan a cabo durante toda la vida de la ontología.

En segundo lugar, el ciclo de vida de la ontología señala cuándo deben ejecutarse las actividades necesarias para avanzar de un estado a otro. Destacamos que el ciclo de vida de una ontología se

²<https://www.metabase.com/>

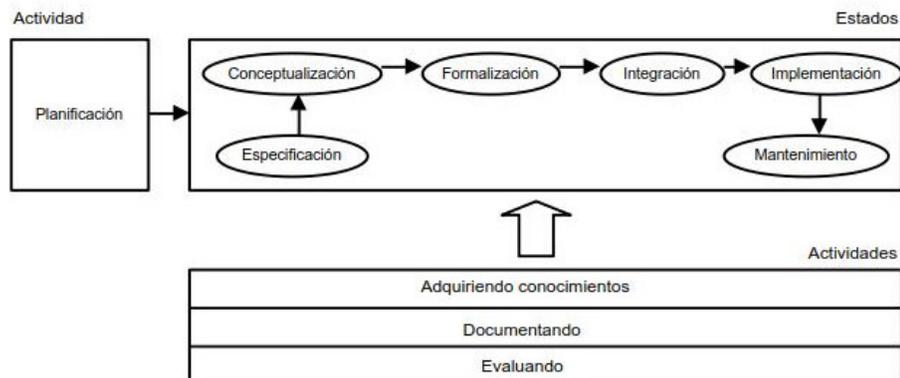


Figura 4.3: Estados y actividades. Obtenido de: METHONTOLOGY (Fernández-López y cols., 1997)

asemeja al ciclo de vida del software clásico, en términos de fases y transiciones entre ellas. Para continuar, describiremos cada una de las actividades correspondientes a esta etapa.

En la fase de especificación, se define el propósito de la ontología, incluyendo sus usos previstos, escenarios de uso, usuarios finales, nivel de formalidad y alcance. El nivel de formalidad se refiere a la precisión de los términos y relaciones utilizados para modelar la realidad. Según Uschold y Gruninger (Uschold y Gruninger, 1996), el grado de formalidad se clasifica en un rango que va desde ontologías altamente informales, semi-formales hasta rigurosamente formales, dependiendo de si los términos y sus significados están codificados en un lenguaje natural o en un lenguaje rigurosamente formal. Finalmente, determinar el alcance implica definir el conjunto de términos a respetar, sus características y granularidad. En la fase de conceptualización, se estructurará el conocimiento del dominio en un modelo conceptual que describa el problema y su solución en términos del vocabulario del dominio identificado en la fase de especificación de la ontología. Lo primero que se debe hacer es crear un **Glosario de Términos (GT)** completo. Los términos incluyen conceptos, instancias, verbos y propiedades. Por lo tanto, el **GT** identifica y reúne todo el conocimiento del dominio útil y potencialmente utilizable, junto con sus significados. Una vez completado el **GT**, se deben agrupar los términos como conceptos y verbos. Cada conjunto conceptos/verbos incluirá conceptos/verbos que están relacionados con otros conceptos/verbos. La fase de formalización es crucial en el proceso de creación de la ontología, ya que implica transformar un modelo conceptual en una representación lógica de descripción orientados a marcos para codificar términos y sus significados. La fase de integración, en el proceso de desarrollo de ontología consiste en la búsqueda de ontologías existentes que se pueda utilizar para modelar el dominio y evitar su construcción desde cero. La fase implementación, requiere escribir la ontología en un lenguaje formal que sea interpretado por computadoras y además integrar las ontologías seleccionadas en la fase de integración. Continuando con el ciclo de vida de la ontología, la fase de mantenimiento es un proceso continuo que se lleva a cabo a lo largo del ciclo de vida de la ontología. Se deben gestionar las definiciones (incluir, eliminar, modificar) para mantener la ontología coherente con el dominio, mantener la documentación relacionada con la ontología, realizar evaluaciones continuas y periódicas para verificar la corrección de la ontología, identificación de problemas y su corrección, además de reutilización y actualización.

Siguiendo con el capítulo pasaremos a desarrollar como se aplicaron las fases de la metodología METHONTOLOGY (Fernández-López y cols., 1997) para la construcción de la ODIUdelaR.

4.4. Fase de Especificación

Finalizada la primera etapa (evaluación, documentación y adquisición de conocimiento), los expertos enfrentan la problemática de que, para llevar a cabo el análisis de métricas e indicadores de los docentes, sus investigaciones y producciones, es necesario recopilar información de diversos sistemas a mano, un proceso que consume tiempo valioso y reduce las horas disponibles para el análisis propiamente dicho. Las dificultades se agravan debido a la diversidad de los sistemas, que utilizan términos y sinónimos distintos para la misma información.

El propósito de la ODIUdelaR es modelar un dominio de los Docentes Investigadores de la UdelaR, que pueda contestar las métricas e indicadores necesarios de los expertos y la centralización de la información con la integración de los sistemas. Su utilización será en principio en el entorno de la FIC. Se destaca la necesidad responder sobre la producción científica, artículos publicados, capítulos y los grupos en los que se relacionan los docentes, además de poder realizar búsquedas por período, sexo, perfil SNI, si tienen dedicación total, el grado, su formación, en que instituto trabaja, entre otros. Posibilidad de cruzar datos, entre el investigador, sus producciones y grupos en los que se relacionan.

Al comienzo se planteó que la ontología se podría cargar con los datos del CVUy y del formulario interno de la FIC. Se presentaron dificultades con el acceso por medio de la utilización de Application Programming Interface (API) a los datos del CVUy y se debió desarrollar un extractor de datos de los pdf descargados desde el sitio de la ANII de los CV con perfil público. Con respecto al formulario, no se tuvo acceso a la base de datos del mismo en la FIC.

4.5. Fase de Conceptualización

En la fase de conceptualización Corcho (Corcho, Fernández-López, Gómez-Pérez, y López-Cima, 2005) divide la fase en 11 tareas como se muestran en la Figura 4.4, estas tareas son: construir un glosario de términos, construir la taxonomía de conceptos, construir las relaciones binarias, describir los atributos de instancia, describir los atributos de clase, describir las constantes, describir los axiomas formales, describir las reglas y para finalizar describir las instancias.

Tarea 1: construir un glosario de términos que incluye todos los términos relevantes del dominio. En la Tabla 4.1 se muestra una sección del glosario de términos de la ontología ODIUdelaR. En el Anexo A se presenta el glosario completo.

Tarea 2: Construir taxonomía de conceptos con los conceptos identificados en la tarea 1, METHONTOLOGY (Fernández-López y cols., 1997) propone utilizar cuatro relaciones taxonómicas definidas en el Frame Ontology (FARQUHAR, FIKES, y RICE, 1997) y OKBC Ontology (Chaudhri, Farquhar, Fikes, Karp, y Rice, 1998): Subclase-De, Descomposición-Disjunta, Descomposición-Exhaustiva y Partición. Un concepto C1 es una *subclase de* otro concepto C2 si y solo si cada instancia de C1 es también una instancia de C2. Por ejemplo, como ilustra la Figura 4.5, 'docente' es una subclase de 'persona', ya que cada docente es una persona. Un concepto puede ser una subclase de más de un concepto en una taxonomía. Una *descomposición disjunta* de un concepto C es un conjunto de subclases de C que no tienen instancias comunes, pero no necesariamente cubren todas las instancias de C. Es decir, puede haber instancias de C que no pertenezcan a ninguna de las subclases en la

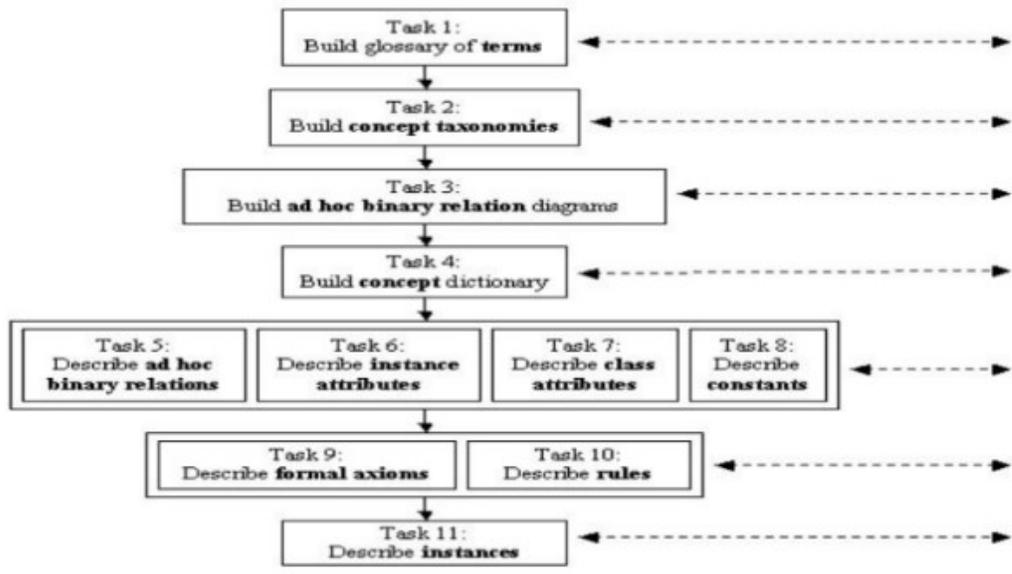


Figura 4.4: Tareas de la actividad de conceptualización : METHONTOLOGY (Corcho y cols., 2005)

descomposición. Una *descomposición exhaustiva* de un concepto C es un conjunto de subclases de C que abarcan completamente a C , permitiendo la posibilidad de compartir instancias y subclases. Esto implica que no puede haber instancias del concepto C que no pertenezcan, al menos, a una de las subclases de la descomposición. Una *partición* de un concepto C es un conjunto de subclases de C que no comparten instancias entre sí y que cubren completamente a C . Esto significa que todas las instancias de C deben pertenecer a una, y solo una, de las subclases en la partición. En el Anexo B se presenta la taxonomía completa.

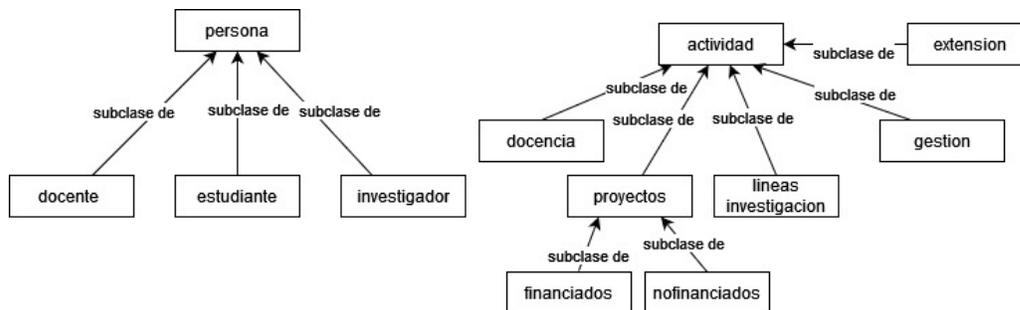


Figura 4.5: Extracto del taxonomía de conceptos de la ODIUdelaR.

Tarea 3: Construir un diagrama de relaciones binarias, el objetivo de este diagrama es establecer relaciones binarias entre conceptos de la misma (o diferente) taxonomía de conceptos. En la Figura 4.6 se presenta un fragmento del diagrama, el diagrama completo se encuentra en el Anexo C.

Nombre	Sinónimo	Acrónimo	Descripción	Referencia	Tipo
Persona			Persona física	Relevamiento propio	Concepto
Docente			Personas que ocupan cargos docentes en efectividad o de forma interina.	Estatuto docente	Concepto
Estudiante			Persona que tiene FormaciónRRHH como estudiante y no como tutor.	Relevamiento propio	Concepto
Investigador	SNI, Activo, Asociado, Emérito		Un investigador para la UdeLaR es una Persona que tiene un CargoDocenteUdeLaR de Grado 2 o superior y que realiza Publicaciones. Puede ser un investigador del SNI, DT o ambos. La suma de horas de todas las Actividades del investigador no debe superar las 60 horas. Un investigador en etapas iniciales está comenzando su primera investigación, por ejemplo, Tesis de Maestría o Doctorado.	Relevamiento propio	Concepto

Tabla 4.1: Extracto del Glosario de términos ODIUdeLaR.

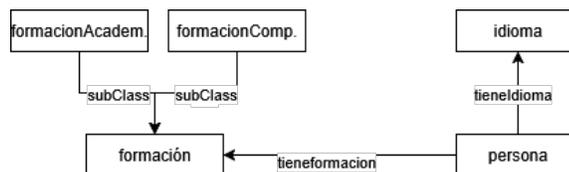


Figura 4.6: Extracto del Diagrama de Relaciones Binarias ODIUdeLaR.

Tarea 4: Construir un diccionario de conceptos, finalizadas las tareas 2 y 3 se debe especificar cuales son las propiedades y relaciones que describen cada concepto de la taxonomía en un diccionario de conceptos. En la Tabla D.1 se muestra una sección del diccionario de conceptos de la ontología ODIUdeLaR. En el Anexo D se presenta el diccionario de conceptos.

Tarea 5: Definir en detalle las relaciones binarias, describir en detalle todas las relaciones binarias definidas en el diccionario de conceptos y producir una tabla de relaciones binarias. En la Tabla 4.3 se muestra una sección de las relaciones binarias de la ontología ODIUdeLaR. En el Anexo E se presenta todas las relaciones binarias.

Tarea 6: Definir en detalle los atributos de las instancias. Los atributos de instancia describen las instancias del concepto y su valor puede diferir para cada instancia del concepto. En la Tabla 4.4 se muestra una sección de los atributos de las instancias de la ontología ODIUdeLaR. En el Anexo F se presenta todos los atributos de instancia.

Tarea 7: Definir los atributos de clase. Los atributos de clase son los que en todos los individuos que integran la clase lo tienen. En la ontología ODIUdeLaR no se definieron atributos de clase.

Concepto	Instancia	Atrib. Clase	Atrib. Instancia	Relaciones
Persona				tiene idioma, tiene formación
Investigador				pertenece al SNI, tiene Dedicación total, líneas de investigación, Área de actuación
Docente				tutor de Tesis, realiza actividad docente, extensión, gestión, línea de investigación, proyectos y tiene cargo
Estudiante				tiene tesis en estado en marcha

Tabla 4.2: Extracto del diccionario de conceptos ODIUdelaR.

Nombre relación	Concepto Origen	Card.	Concepto Destino	Relación inv.
actividad docente	docente	1:N	docencia	-
actividad extensión	docente	1:N	extension	-
actividad gestión	docente	1:N	gestion	-
actividad línea investigación	docente	1:N	lineas investigación	-

Tabla 4.3: Extracto de relaciones binarias ODIUdelaR.

Atributo instancia	Concepto	Tipo	Rango	Card.
aact_area_area	areaactuacion	cadena	-	(1,1)
aact_area_disciplina	areaactuacion	cadena	-	(1,1)
aact_area_area	areaactuacion	cadena	-	(1,1)
aact_area_especialidad	areaactuacion	cadena	-	(1,1)
aact_area_subareas	areaactuacion	cadena	-	(1,1)
aact_area_id	areaactuacion	entero	1..	-

Tabla 4.4: Extracto de atributos de instancias ODIUdelaR.

Tarea 8: Definir las constantes. En la ontología ODIUdelaR no se definieron constantes.

Tarea 9: Definir axiomas formales. En la Tabla 4.5 se muestra para la ontología ODIUdelaR, el axioma formal que establece "*Que una persona no puede ser tutor (tutorDeTesis) y estudiante (tieneTesis) de la misma tesis (formacionRRHH)*".

Tarea 10: Definición de reglas, se especifican expresiones de reglas utilizando *Si <condición>, entonces <consecuencia>*. Las reglas son utilizadas por el razonador para realizar inferencias en la ontología y generar conocimiento. En la Tabla 4.6 se muestra una sección de las definiciones de

Axioma	Desc.	Exp.	Conceptos ref.	Ref. relaciones	Var.
tutoría	Una persona no puede ser tutor y estudiante de la misma tesis	no (existe(?X,?Y) (persona(?X) y formacionRRHH(Y) y [tutorDeTesis](?X,?Y) y [tieneTesis](?X,?Y)))	persona, formacionRRHH	tutorDeTesis, tieneTesis	?X, ?Y

Tabla 4.5: Axiomas formales ODIUdelaR.

reglas de la ontología ODIUdelaR. En el Anexo G se presenta las definiciones de las reglas.

Regla	Desc.	Exp.	Conceptos ref.	Ref. atrib.	Ref. relación	Var.
persona es un docente	Una persona es un docente si realiza actividades tiene cargo o si es tutor de tesis	si(existe (?X, ?Y , ?W, ?Z) [(persona(?X) y (realizaActividades (?Y) o tieneCargo(?W) o tutorDeTesis (?Z))] entonces [(docente (?X))])	docente	-	actividad, tieneCargo, tutorDeTesis	?X,?Y, ?W, ?Z
persona es un investigador	Una persona es un investigador si pertenece al SNI o tiene Dedicacion total y tiene actividades en líneas de investigación	si(existe (?W, ?X, ?Y, ?Z) [(persona(?W) y (pertenecea SNI (?X) o tieneDedicacionTotal (?Y) y tiene actividad en líneas de investigacion (?Z))] entonces [(investigador (?W))])	investigador	-	perteneceSNI, tieneDedicacionTotal, actividadLineasInvestigacion	?W, ?X, ?Y, ?Z
persona es un estudiante	Una persona es un estudiante, si tiene tesis y esta en marcha		estudiante	tesis_estado =EN MARCHA	tieneTesis	?X, ?Y

Tabla 4.6: Definición de reglas ODIUdelaR.

Tarea 11: Definición de instancias, para cada instancia se debe definir: su nombre, el nombre

del concepto al que pertenecen y los valores de sus atributos si se conocen. En la Tabla 4.7 se observa una instancia de persona y sus atributos con sus valores. La cantidad de individuos de las clases dependerá del origen de datos de la ontología ODIUdelaR.

Instancia	Concepto	Atributo	Valores
Claudia Pérez Bocca	persona	id_per	100
		per_nombre	CLAUDIA PÉREZ BOCCA
		per_email	oliviapz@gmail.com
		per_saludo	Doctora
		per_instppal	Universidad de la República/ Facultad de Humanidades y Ciencias de la Educación - UDeLaR / Departamento de Teoría y Metodología Literarias / Uruguay
		per_instppal_telefono	(59802) 24091104
		per_instppal_email	oliviapz@gmail.com
		per_instppal_sitioweb	http://teoliti.blogspot
		per_instppal_direccion	Magallanes 1577 / 11000 / Montevideo , Montevideo , Uruguay
		per_instppal_pais	

Tabla 4.7: Definición de instancias ODIUdelaR.

4.6. Fase de Implementación

Luego de aplicar METHONTOLOGY (Fernández-López y cols., 1997), se llegó a un diseño preliminar que fue cambiando en reuniones con la tutora del proyecto, experta en el dominio para validar los componentes de la ontología y las relaciones entre ellos.

4.7. Componentes

En la ontología se conceptualizan los siguientes componentes principales de la realidad: persona, docente, investigador, estudiante, actividades, producciones, formación, formacionRRHH.

Persona

Identificamos que la entidad principal de la ontología es *persona*, la cual representa a las personas del dominio que tiene vinculo con la [UdelaR](#) y producciones científicas. A partir de *persona*, se ha creado una jerarquía de conceptos que incluye *docente*, *estudiante* e *investigador*.

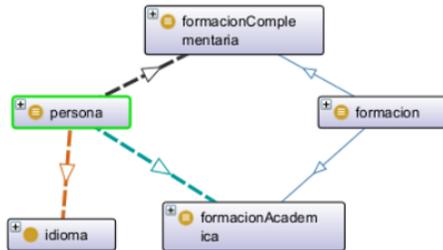


Figura 4.7: OntoGraf-persona ODIUdelaR.

Docente

En la figura 4.8, se muestra cómo el docente se clasifica en subtipos según su dedicación a la docencia, como docente con actividad profesional *docenteActProfesional* y docente con dedicación total en *exclusividad*. Además, se puede observar las relaciones con los conceptos de *cargoInstitucion*, de la actividad *docencia*, *extension*, *gestion*, *proyectos*, *lineasInvestigacion* y la *formacionRRHH*.

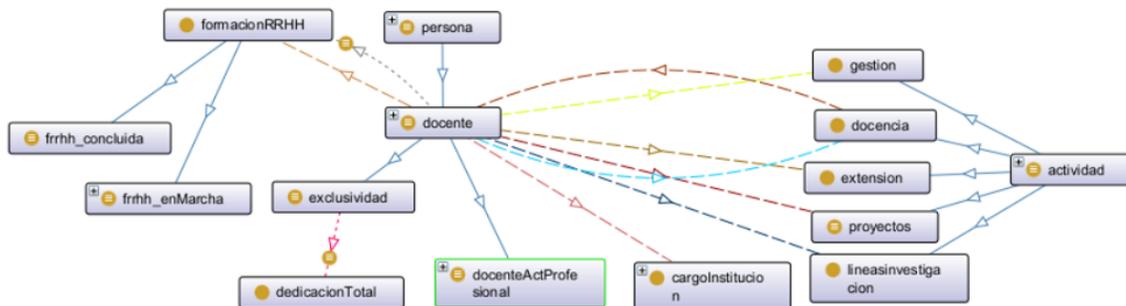


Figura 4.8: OntoGraf-docente ODIUdelaR.

docenteActProfesional: Se refiere a los docentes que, además de su vinculación con la [UdelaR](#), mantienen relaciones con instituciones privadas.

exclusividad: Incluye a los docentes que tienen dedicación total en la [UdelaR](#)

docencia: Agrupa a los docentes que ejercen o han ejercido la actividad docente. Con los datos obtenidos, no fue posible clasificar la temporalidad de estas actividades. El docente además se vincula a **cargo** que puede ser el actual o anterior que tuvo el docente en una institución.

gestion: Agrupa a los docentes que ejercen o han ejercido la actividad en gestion.

extension: Agrupa a los docentes que ejercen o han ejercido la actividad en extension.

proyectos Agrupa a los docentes que participan en proyectos.

lineaInvesticacion Agrupa a los docentes que participan en líneas de investigación.

Investigador

En la figura 4.9, se muestra cómo un investigador es una persona que se vincula con actividad en las líneas de investigación, tiene área de actuación, tiene dedicación Total o pertenece al SNI.

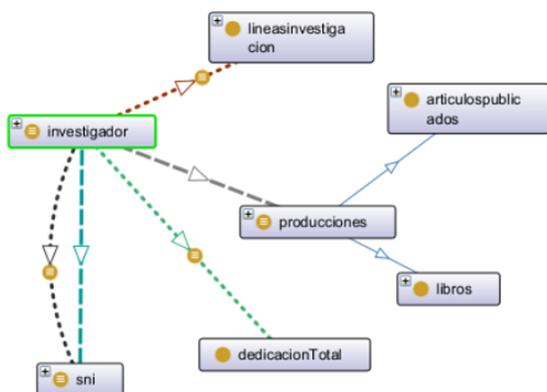


Figura 4.9: OntoGraf-investigador ODIUdelaR.

Estudiante

En la figura 4.10, se muestra cómo un *estudiante* es una *persona* que se vincula con *formacionRRHH* con la propiedad *tieneTesis* y en estado *enMarcha*.

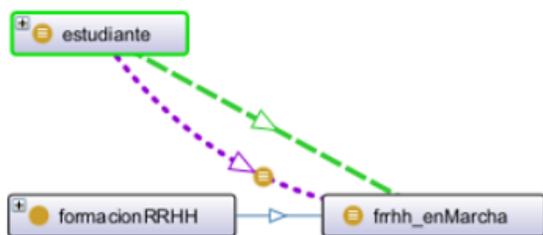


Figura 4.10: OntoGraf-estudiante ODIUdelaR.

Actividades

Según el Estatuto del Personal Docente de la UdelaR³, las actividades que puede realizar un docente se clasifican principalmente en funciones sustantivas y otras funciones docentes.

³<https://dgjuridica.udelar.edu.uy/estatuto-del-personal-docente-aplicar-a-partir-del-ano-2021/>

- Las funciones docentes sustantivas son
 - la enseñanza, esto incluye actividades dirigidas a orientar a estudiantes, egresados o docentes e investigadores en su formación, mediante docencia curricular o especial, obras didácticas u otros medios.
 - la investigación y otras formas de actividad creadora.
 - la extensión y actividades en el medio, esto implica la extensión cultural y la participación en la formulación, estudio y resolución de problemas de interés público.

- También son funciones docentes,
 - La participación en el gobierno universitario.
 - La gestión académica de la Universidad y sus servicios. La gestión académica es considerada una función docente, pero no debe ser la función única de un cargo docente, salvo para ciertos cargos de dirección. Los docentes de grados 3, 4 y 5 deben desempeñar tareas de gestión académica, y los docentes de alta dedicación deben asumir responsabilidades vinculadas a la gestión académica de acuerdo a su grado. La gestión académica es parte de las responsabilidades inherentes a ciertos grados y categorías horarias y debe ser asumida y reconocida.

La entidad *actividad* representa las funciones sustantivas y otras funciones docentes. En particular una persona que esta vinculada con la *actividad* se infiere que es docente. Partiendo de la entidad *actividad* se crea una jerarquía con los siguientes conceptos: *docencia*, *gestión*, *extensión*, *proyectos*, *lineasinvestigacion* y *docencia*.

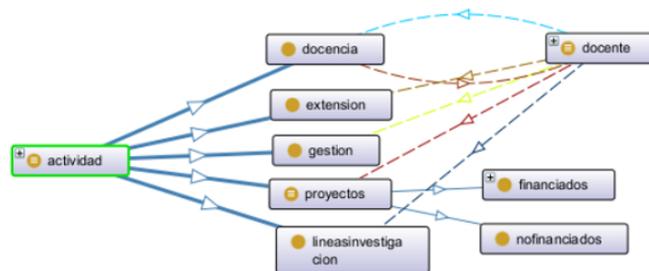


Figura 4.11: OntoGraf-actividad ODIUde la R.

Proyectos

Un docente puede tener además del vínculo con la actividad *proyectos* que representa que participa en un proyecto dado, un vínculo mediante *coordinadorProyecto* que indica que la persona es coordinadora del proyecto, y también se puede vincular mediante *participaProyecto* que indica que la persona tiene algún otro tipo de participación de segundo orden en el proyecto.

Partiendo de la entidad *proyectos* se crea un jerarquía que diferencia entre los proyectos financiados y los no financiados, se destacan algunas de las posibles fuentes de financiamiento: anii, udelar, institucionexterior.

LineasInvestigacion

Un docente puede estar vinculado con una *lineaInvestigacion* porque realiza alguna actividad relacionada con esta *lineaInvestigacion* o porque forma parte de una *lineaInvestigacion*.

Idioma

En la figura 4.12, se muestra cómo una persona se vincula con diferentes idiomas y para cada uno se indica los niveles de habilidad que tiene del mismo para hablar, leer, y escribir. Se definieron al menos 32 idiomas que fueron recopilados de la extracción de datos. Para su clasificación y no sobrecargar el razonador se utilizaron reglas [Semantic Web Rule Language \(SWRL\)](#). El uso de las reglas permitió definir de manera explícita y modular las condiciones lógicas para clasificar y relacionar los idiomas. Esto mejoró notablemente la performance al iniciar el razonador, ya que las reglas [SWRL](#) limitan el espacio de búsqueda y evitan la expansión innecesaria de inferencias, lo que es especialmente relevante al manejar un volumen significativo de datos y clases, como en este caso con los distintos idiomas.

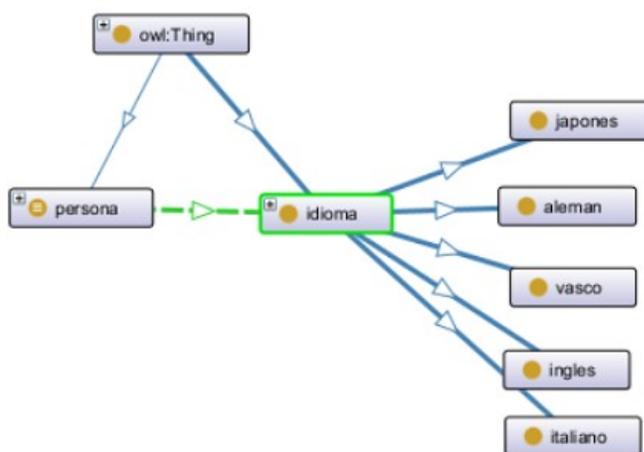


Figura 4.12: OntoGraf-Docencia - Extensión - Gestión ODIUdelaR.

Área de actuación

El Estatuto Docente ⁴ define el marco en el que se desarrollan las funciones docentes, y estas funciones están inherentemente ligadas a campos específicos del conocimiento, disciplinas o unidades académicas que constituyen las áreas donde el docente desempeña su labor. El dominio de las áreas de conocimiento está definido como una jerarquía que incluye área, subárea y disciplina.

Los conceptos definidos en la ontología para representar el área de conocimiento surgieron de un proceso de análisis y validación que incluyó entrevistas con los expertos, el estudio del Reglamento del Sistema Nacional de Investigadores⁵, y la extracción de datos.

⁴<https://dgjuridica.udelar.edu.uy/estatuto-del-personal-docente-aplicar-a-partir-del-ano-2021/>

⁵<https://sni.org.uy/wp-content/uploads/2016/07/Reglamento-del-SNI-aprobado-28-3-2014.pdf>

Al igual que en la gestión de idiomas, para modelar y clasificar las áreas de actuación se implementaron reglas [SWRL](#) que permiten expresar condiciones lógicas específicas de manera modular y eficiente. Esto facilita que el razonador infiera automáticamente las relaciones jerárquicas y asignaciones pertinentes sin sobrecargar la ontología con axiomas complejos o redundantes.

Institución

Una persona se vincula con la entidad *institución* mediante la relación *tieneInstitucionPpal*, esta institución es con la cual la persona tiene establecido su principal vínculo.

Para esta entidad también se implementaron reglas [SWRL](#) para modelar la clasificación de las diferentes instituciones.

SNI

La entidad *investigador* se vincula con la entidad [SNI](#) mediante la relación *perteneceSNI*. Los investigadores están categorizados en el [SNI](#) en tres categorías: Activos, Asociados y Eméritos. A su vez en las dos primeras se establecen niveles dentro de las categorías, nivel candidato, I, II y III. Los investigadores ingresan en cada una de las categorías en base a condiciones específicas del [SNI](#), para los activos el postulante debe acreditar el desarrollo de tareas de investigación, desarrollo científico, tecnológico y/o de innovación en el país. Para los asociados los postulantes deben acreditar méritos equivalentes a los Investigadores Activos, pero residentes fuera del país, y en ningún caso tendrán derecho a los beneficios económicos del [SNI](#). Por último los Eméritos son designados por una comisión honoraria que puede tomar la iniciativa de la designación o puede hacerlo por solicitud del propio investigador.

Producciones

En la figura [4.13](#) se muestra cómo se representan las *producciones* realizadas por los investigadores. Los tipos de *producciones* de las cuales se obtuvieron datos son *libros* y *artículos publicados*. La persona presenta 3 propiedades destacables en relación con estas producciones: su tipo de participación, que puede ser como autor, coautor, colaborador. La participación como autor, coautor se define explícitamente durante la carga de los datos, mientras que la participación como colaborador se infiere mediante el razonador.

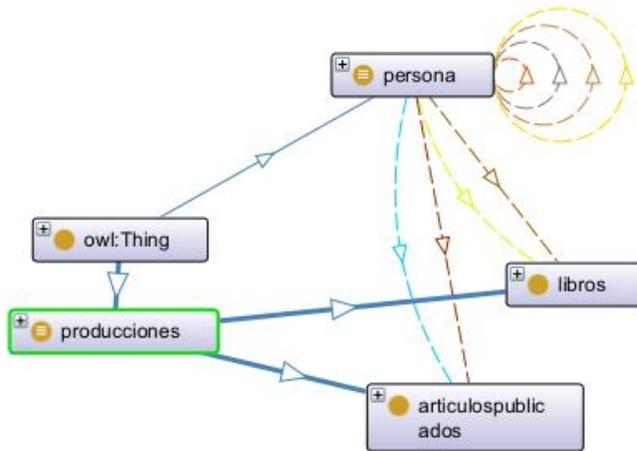


Figura 4.13: OntoGraf-producciones ODIUdelaR.

Formación

En la figura 4.14, se muestra como se representa la formación académica y complementaria que realizó la persona, además del estado en el cual se encuentra.

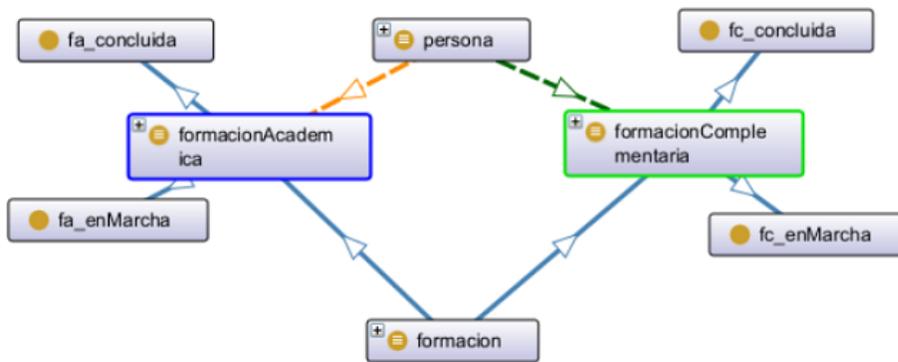


Figura 4.14: OntoGraf-formacion ODIUdelaR.

Formación de recursos humanos

En la figura 4.15, se muestra cómo se representa la formación de recursos humanos, incluyendo las tesis que se encuentran en estado concluidas o en curso. Un docente se relaciona con el concepto de formación de recursos humanos si ha sido o es tutor de alguna tesis, ya sea en marcha o concluida.

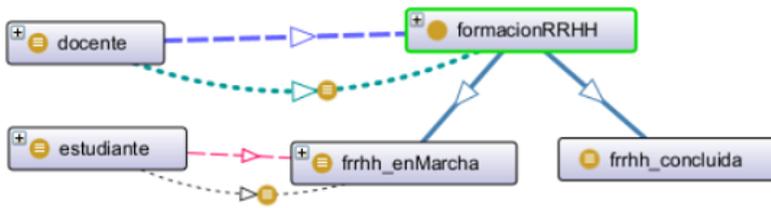


Figura 4.15: OntoGraf-formacionRRHH ODIUdelaR.

La ontología desarrollada puede descargarse desde Zenodo⁶ y gitLab:

- https://zenodo.org/records/16414693/files/onto_odiudelar_inco_ind.rdf?download=1
- <https://gitlab.fing.edu.uy/proyecto-grado/onto-odiudelar.git>

Descarga Protégé con Ontop

- <https://github.com/ontop/ontop/releases/download/ontop-5.3.0/ontop-protege-bundle-win-5.3.0.zip>

⁶<https://zenodo.org>

Capítulo 5

Datos para la ontología

Se llevó a cabo una investigación en diversas fuentes de información que pudieran contribuir al objetivo de la ontología ODIUdelaR. La primera fuente consultada fue el formulario de la [FIC](#), elaborado por esta institución y diseñado con datos específicos para su uso. Tuvimos acceso a un documento PDF con las capturas de pantalla del formulario, aunque no contamos con acceso a la base de datos del formulario.

La segunda fuente de información se centró en el [CVUy](#), se trata de una base de datos de acceso abierto que incluye a profesionales especializados en ciencia y tecnología. Por defecto los datos cargados por las personas en el [CVUy](#) son privados y de carácter de declaración jurada, las personas son las que deciden que datos libera para el acceso público a través internet y a las distintas instituciones. Las personas que pertenecen [SNI](#) están obligadas por reglamento a tener una versión pública de su [CVUy](#). Para identificar a las personas con perfil investigador realizamos la búsqueda de los [CVUy](#) en la página del [SNI](#) ¹. Las búsquedas permitidas en la página del [SNI](#) de [CVUy](#) ² son:

- Buscar por nombre o documento
- Buscar únicamente en [SNI](#)
- Formación
- Producción bibliográfica
- Producción técnica
- Formación RRHH
- Áreas actuación
- Palabras clave
- Líneas de investigación
- Proyectos I+D

¹<https://sni.org.uy/buscador/>

²<https://cvuy.anii.org.uy/>

No fue posible acceder a la información del CVUy a través de la API de la ANII por problemas de accesibilidad. Para solucionar este inconveniente, se extrajo del portal del SNI los CV públicos en formato PDF. A continuación describiremos el proceso de extracción de datos del CVUy.

5.1. Extracción de datos

Se ha implementado un proceso de extracción de datos de currículos en formato PDF, específicamente los proporcionados por CVUy. Este proceso, desarrollado mediante un módulo en Node.js, tiene como objetivo principal cargar la ontología ODIUdelaR diseñada para organizar y relacionar la información relevante. En la figura 5.1 se muestra el proceso de extracción de datos desarrollado.

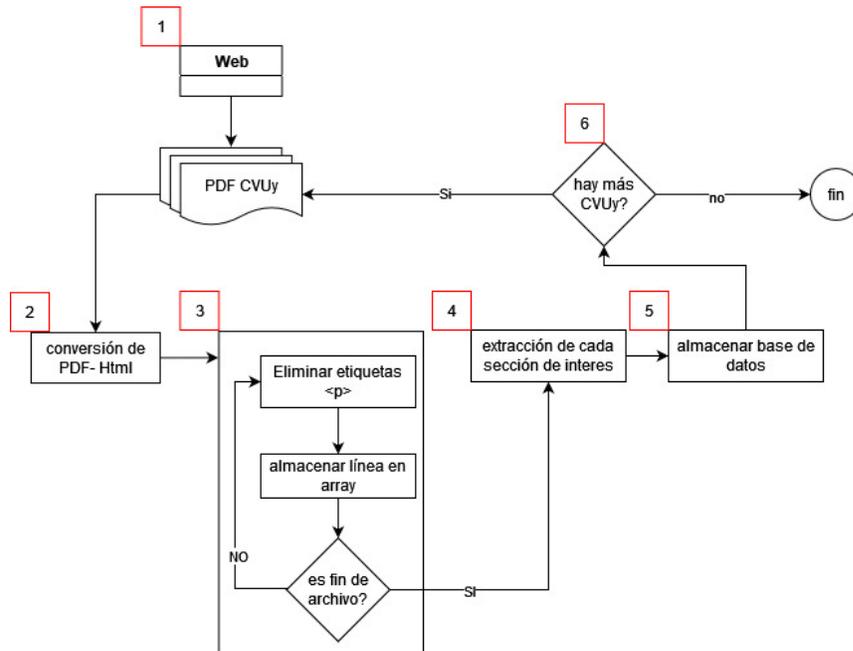


Figura 5.1: Proceso de extracción de datos

Proceso de Extracción de Información

1. Descarga de CVUy en formato PDF, en principio se realizó descargas de los CV de forma manual, se investigaron diversas herramientas y se pudo realizar la descarga de los currículos públicos desde la página del SNI ³ descargando el contenido de la web. De esta forma descargamos 2000 CVUy.
2. Conversión, en esta etapa definimos que lenguaje de programación a utilizar para la extracción de datos del CVUy fuera Node.js ⁴. Node.js es un entorno de ejecución asíncrono controlado

³<https://sni.org.uy/>

⁴<https://nodejs.org/en>

por eventos, cuenta con un amplio gestor de paquetes además es de libre distribución y de código abierto. La elección de este lenguaje se justifica en las características mencionadas. También en que cuenta con una amplia y activa comunidad que brinda soporte continuo, actualizaciones frecuentes y variadas soluciones a problemas comunes. Tiene una curva de aprendizaje que no es tan pronunciada como la de otras tecnologías. Fue la tecnología que mejor se adecuaba a nuestras posibilidades y a lo que se pretendía desarrollar.

Definido el lenguaje, evaluamos dos opciones de conversión del archivo [Portable Document Format \(PDF\)](#). La primera opción fue convertir el contenido del archivo en texto plano. Con la primera opción presentamos dificultades para distinguir las secciones del documento y el contenido de cada una de ellas. La segunda opción, fue convertir el contenido del archivo en formato HTML. En este formato, se mantenía información de las secciones por etiquetas de párrafo HTML (<p></p>).

3. División, esta etapa es fundamental en el proceso. Al momento de extraer la información de las secciones, necesitábamos mantener referencia de que línea del archivo nos encontrábamos, esto lo implementamos utilizando una estructura de datos ordenada que permita ser recorrida por índices. Como entrada recibimos un archivo en formato HTML, es recorrido y por cada línea del archivo HTML, se sustituyendo las etiquetas <p>por blancos y se almacena la línea en un arreglo de datos. El arreglo resultado de esta etapa es utilizado en las siguientes para extraer la información de las secciones.

4. Extracción

- Se identifican y extraen secciones específicas del currículum, incluyendo:
 - **Persona:** Información personal del individuo.
 - **Datos Generales:** Detalles adicionales sobre la persona (dirección, teléfono, correo electrónico, etc.).
 - **Formación Académica:** Historial educativo del individuo.
 - **Formación Complementaria:** Cursos adicionales o certificaciones.
 - **Idiomas:** Habilidades lingüísticas del individuo.
 - **Área de Actuación y Profesional:** Información sobre la especialización y el área de trabajo.
 - **Artículos Publicados y Libros:** Contribuciones académicas y literarias.
 - **Formación de Recursos Humanos:** Experiencia en la formación de otros profesionales.
 - **Vínculos institucionales** relacionados a la [UdelaR](#).

5. Almacenamiento de Datos:

- La información procesada y estructurada se almacena en una base de datos relacional.

6. Mapeo de los datos en la ontología

- La información almacenada en la base de datos se carga en la ontología mediante el uso de [Ontop is a Virtual Knowledge Graph system](#). ([Ontop](#))⁵ asegurando una integración efectiva de los datos en el contexto ontológico.

⁵<https://ontop.inf.unibz.it/>

5.2. Problemas presentados en la extracción de datos

Para todos los currículos [CV](#) descargados, se extrae la siguiente información: presentación personal, datos generales, formación académica y complementaria, idiomas y áreas de actuación. En lo que respecta a la experiencia profesional, se recopilan las actividades realizadas en la [UdelaR](#). Esto incluye vínculos con instituciones, así como actividades dentro de la institución, como líneas de investigación, proyectos, docencia, gestión académica y extensión.

Además, se obtienen los artículos publicados y los libros como parte de la producción científica y tecnológica, así como la formación de recursos humanos. Sin embargo, no fue posible extraer información sobre el género de los CV, ya que estos datos no se encuentran disponibles en los [CVUy](#) públicos.

En relación a los artículos publicados, se logró obtener el [International Standard Serial Number \(ISSN\)](#) y el [Digital Object Identifier \(DOI\)](#) cuando estaban disponibles. No obstante, no se pudo determinar si un artículo está indexado en [Scopus \(Scopus\)](#), ya que esta información aparece como una imagen en el [CVUy](#), lo que se pierde al convertir a [HyperText Markup Language \(HTML\)](#).

De acuerdo con la arquitectura del sistema, la información extraída de cada sección se almacena en tablas de la base de datos MySQL *dbODIUdelar*, y se utiliza posteriormente en el proceso de carga de la ontología, descrito en el [Capítulo 6](#). La estructura de dichas tablas se presenta en el [Anexo H](#).

Capítulo 6

Carga de la ontología

Para la carga de la ontología se optó por utilizar [Ontop](#)¹, es una herramienta que permite exponer base de datos relacionales como [Resource Description Framework \(RDF\)](#) y [SPARQL Protocol and RDF Query Language \(SPARQL\)](#) mediante mapeos. Ontop actúa como un sistema de mapeo semántico que permite conectar los datos almacenados en una base de datos relacional con una ontología [Web Ontology Language \(OWL\)](#), sin necesidad de replicar los datos en un triple store.

6.1. Definición de Mapeos

Para establecer la conexión entre la base de datos relacional y el grafo [RDF](#), se definen mapeos, que especifican la correspondencia entre las tablas de la base de datos con las entidades y propiedades definidas en la ontología.

6.2. Herramienta utilizada

- Protégé ² con el complemento Ontop ³: se utilizó para cargar la ontología [OWL](#), definir los mapeos y probar consultas SPARQL.
- Base de Datos [My Structured Query Language \(MySQL\)](#)⁴: fuente de datos relacional a partir de la cual se generan los datos RDF.
- Archivo OBDA: contiene los mapeos entre la base de datos y la ontología.

6.3. Mapeos

A continuación, se presentan los mapeos utilizados para vincular los datos provenientes de la base relacional cargada con la información extraída de los [CVUy](#) con la ontología correspondiente.

¹<https://ontop-vkg.org/guide/concepts.html>

²Protégé versión 5.6.1

³Ontop versión 5.3.0 18/02/2025

⁴MySQL versión 8.0.41

persona

El mapeo MAPID-Personas permite representar instancias de personas con información de contacto y afiliación institucional principal.

Mapping ID	MAPID-Personas
Clase RDF generada	:persona
Identificador RDF	:persona/{perind}

Tabla 6.2: Resumen del mapeo MAPID-Personas

Target RDF generado:

```
:persona/{perind} a :persona ;
  :id_per {id_per}^^xsd:integer ;
  :per_nombre {nombre}^^xsd:string ;
  :per_email {email}^^xsd:string ;
  :per_saludo {saludo}^^xsd:string ;
  :per_instppal {instppal}^^xsd:string ;
  :per_instppal_direccion {instppal_direccion}^^xsd:string ;
  :per_instppal_pais {instppal_pais}^^xsd:string ;
  :per_instppal_telefono {instppal_telefono}^^xsd:string ;
  :per_instppal_email {instppal_email}^^xsd:string ;
  :per_instppal_sitioweb {instppal_sitioweb}^^xsd:string .
```

Los campos incluidos en el target son:

- id_per: Identificador único de la persona.
- nombre: Nombre completo.
- email: Correo electrónico.
- saludo: Tratamiento o título (Dr., Lic., etc.).
- instppal: Institución principal de afiliación.
- instppal_direccion: Dirección institucional.
- instppal_pais: País de la institución.
- instppal_telefono: Teléfono de contacto institucional.
- instppal_email: Correo institucional.
- instppal_sitioweb: Sitio web de la institución.

Consulta SQL utilizada (source):

```

SELECT concat('persona', p.id_per) AS perind,
       p.id_per, p.nombre, p.email, p.saludo,
       d.instppal, d.instppal_direccion, d.instppal_pais,
       d.instppal_telefono, d.instppal_email, d.instppal_sitioweb
FROM persona p
LEFT JOIN datageneral d ON d.id_per = p.id_per

```

docencia

Mapping ID	MAPID-docencia
Clase RDF generada	:docencia
Identificador RDF	:docencia/{docind}

Tabla 6.4: Resumen del mapeo MAPID-docencia

Target RDF generado:

```

:docencia/{docind} a :docencia ;
:doc_id_per {id_per} ;
:doc_sector {sector} ;
:doc_institucion {institucion} ;
:doc_titulo {doc_titulo} ;
:doc_periodo_ini {periodo_ini} ;
:doc_periodo_fin {periodo_fin} ;
:doc_tipo {doc_tipo_de_docencia} ;
:doc_participacion {doc_tipo_de_participacion} ;
:doc_asig_nombre {asig_nombre} ;
:doc_asig_horas {asig_horas} ;
:doc_asig_tipo {asig_tipo} ;
:doc_actuacion_area {actuacion_area} ;
:doc_actuacion_subarea {actuacion_subarea} ;
:doc_actuacion_disciplina {actuacion_disciplina} ;
:doc_actuacion_especialidad {actuacion_especialidad} .

```

El mapeo MAPID-docencia permite generar recursos del tipo :docencia a partir de los registros de la tabla relacional ap_docencia. El identificador RDF se construye concatenando el prefijo ap_doc con el campo id_docencia, generando URIs únicos por actividad.

Los campos incluidos en el target son:

- id_per: Identificador de la persona.
- sector: Sector educativo o profesional.
- institucion: Institución donde se realizó la docencia.
- doc_titulo: Título de la asignatura o curso.
- periodo_ini: Fecha de inicio.

- `periodo_fin`: Fecha de finalización.
- `doc_tipo_de_docencia`: Tipo de docencia (ej. teórica, práctica).
- `doc_tipo_de_participacion`: Participación (ej. responsable, colaborador).
- `asig_nombre`: Nombre de la asignatura.
- `asig_horas`: Cantidad de horas impartidas.
- `asig_tipo`: Tipo de asignatura (ej. obligatoria, optativa).
- `actuacion_area`: Área general.
- `actuacion_subarea`: Subárea específica.
- `actuacion_disciplina`: Disciplina científica.
- `actuacion_especialidad`: Especialidad concreta.

Consulta SQL utilizada (source):

```
SELECT CONCAT('ap_doc', id_docencia) AS docind,
       id_per, sector, institucion, doc_titulo,
       periodo_ini, periodo_fin,
       doc_tipo_de_docencia, doc_tipo_de_participacion,
       asig_nombre, asig_horas, asig_tipo,
       actuacion_area, actuacion_subarea,
       actuacion_disciplina, actuacion_especialidad
FROM ap_docencia
```

extension

Mapping ID	MAPID-Extension
Clase RDF generada	:extension
Identificador RDF	:extension/{extind}

Tabla 6.6: Resumen del mapeo MAPID-Extension

Target RDF generado:

```
:extension/{extind} a :extension ;
:ext_id_per {id_per} ;
:ext_sector {sector} ;
:ext_institucion {institucion} ;
:ext_titulo {ext_titulo} ;
:ext_periodo_ini {ext_periodo_ini} ;
:ext_periodo_fin {ext_periodo_fin} ;
:ext_vinculo {ext_vinculo} ;
:ext_disciplina {ext_disciplina} ;
```

```
:ext_cargahoraria {ext_cargahoraria} ;
:ext_areaconocimiento {ext_areaconocimiento} .
```

El mapeo MAPID-Extension permite representar actividades de extensión vinculadas a personas desde la tabla relacional `ap_extension`. El identificador RDF se genera concatenando el prefijo `ext` con el valor del campo `id_extension` para garantizar unicidad.

Los campos incluidos en el target son:

- `id_per`: Identificador de la persona.
- `sector`: Sector o ámbito de la actividad.
- `institucion`: Institución participante.
- `ext_titulo`: Título de la actividad.
- `ext_periodo_ini`: Fecha de inicio.
- `ext_periodo_fin`: Fecha de finalización.
- `ext_vinculo`: Tipo de vínculo establecido.
- `ext_disciplina`: Disciplina relacionada.
- `ext_cargahoraria`: Carga horaria total.
- `ext_areaconocimiento`: Área de conocimiento involucrada.

Consulta SQL utilizada (source):

```
SELECT CONCAT('ext', id_extension) AS extind,
       id_per, sector, institucion, ext_titulo,
       ext_periodo_ini, ext_periodo_fin,
       ext_vinculo, ext_disciplina,
       ext_cargahoraria, ext_areaconocimiento
FROM ap_extension
```

gestion

Mapping ID	MAPID-Gestion
Clase RDF generada	:gestion
Identificador RDF	:gestion/{gestind}

Tabla 6.8: Resumen del mapeo MAPID-Gestion

Target RDF generado:

```
:gestion/{gestind} a :gestion ;
:gest_id_per {id_per} ;
:gest_sector {sector} ;
:gest_institucion {institucion} ;
:gest_periodo_ini {periodo_ini} ;
:gest_periodo_fin {periodo_fin} ;
:gest_titulo {gest_titulo} ;
:gest_disciplina {gest_disciplina} ;
:gest_tipogestion {gest_tipogestion} ;
:gest_cargahoraria {gest_cargahoraria} ;
:gest_areaconocimiento {gest_areaconocimiento} .
```

El mapeo MAPID-Gestion representa actividades de gestión académica u organizacional asociadas a personas. El identificador RDF se construye concatenando el prefijo `gest` con el campo `id_gestion`, generando URIs únicas por actividad registrada.

Los campos incluidos en el target son:

- `id_per`: Identificador de la persona.
- `sector`: Sector o ámbito en el que se realizó la gestión.
- `institucion`: Institución responsable o participante.
- `periodo_ini`: Fecha de inicio de la actividad.
- `periodo_fin`: Fecha de finalización.
- `gest_titulo`: Título o denominación de la gestión.
- `gest_disciplina`: Disciplina a la que está vinculada.
- `gest_tipogestion`: Tipo de gestión realizada.
- `gest_cargahoraria`: Carga horaria total.
- `gest_areaconocimiento`: Área de conocimiento correspondiente.

Consulta SQL utilizada (source):

```
SELECT CONCAT('gest', id_gestion) AS gestind,
       id_per, sector, institucion,
       periodo_ini, periodo_fin, gest_titulo,
       gest_disciplina, gest_tipogestion,
       gest_cargahoraria, gest_areaconocimiento
FROM ap_gestion
```

lineaInvestigacion

Mapping ID	MAPID-LineaInvestigacion
Clase RDF generada	:lineasinvestigacion
Identificador RDF	:lineasinvestigacion/{lineainvind}

Tabla 6.10: Resumen del mapeo MAPID-LineaInvestigacion

Target RDF generado:

```
:lineasinvestigacion/{lineainvind} a :lineasinvestigacion ;
  :lineainv_id_per {id_per} ;
  :lineainv_miembro_id {id_linea_investigacion_miembro} ;
  :lineainv_sector {sector} ;
  :lineainv_institucion {institucion} ;
  :lineainv_nombre {nombre} ;
  :lineainv_periodo_ini {periodo_ini} ;
  :lineainv_periodo_fin {periodo_fin} ;
  :lineainv_tipo_participacion {tipo_participacion} ;
  :lineainv_categoria {categoria} ;
  :lineainv_dedicacion {dedicacion} ;
  :lineainv_palabrasclave {palabrasclave} ;
  :lineainv_actuacion_area {actuacion_area} ;
  :lineainv_actuacion_subarea {actuacion_subarea} ;
  :lineainv_actuacion_disciplina {actuacion_disciplina} ;
  :lineainv_actuacion_especialidad {actuacion_especialidad} ;
  :lineainv_id {lineainv_id} .
```

El mapeo MAPID-LineaInvestigacion permite representar las líneas de investigación asociadas a las personas, incluyendo su rol, periodo, institución y otros detalles relevantes en la investigación académica o profesional.

Los campos incluidos en el target son:

- **id_per**: Identificador de la persona participante.
- **id_linea_investigacion_miembro**: ID del miembro dentro de la línea.
- **sector**: Sector donde se realiza la investigación.
- **institucion**: Institución responsable o participante.
- **nombre**: Nombre de la línea de investigación.
- **periodo_ini**: Fecha de inicio.
- **periodo_fin**: Fecha de finalización.
- **tipo_participacion**: Tipo de participación del investigador.
- **categoria**: Categoría académica.

- **dedicacion:** Nivel de dedicación.
- **palabrasclave:** Palabras clave asociadas.
- **actuacion_area:** Área de actuación.
- **actuacion_subarea:** Subárea temática.
- **actuacion_disciplina:** Disciplina específica.
- **actuacion_especialidad:** Especialidad particular.
- **lineainv_id:** Identificador interno de la línea.

Consulta SQL utilizada (source):

```
SELECT CONCAT('lineainv', ali.lineainv_id) AS lineainvind,
       ali.id_per, id_linea_investigacion_miembro, ali.sector,
       ali.institucion, ali.nombre, ali.periodo_ini, ali.periodo_fin,
       ali.tipo_participacion, ali.categoria, ali.dedicacion,
       ali.palabrasclave, ali.actuacion_area, ali.actuacion_subarea,
       ali.actuacion_disciplina, ali.actuacion_especialidad,
       ali.lineainv_id
FROM docinco.ap_linea_investigacion ali
```

Proyectos

Mapping ID	MAPID-Proyectos
Relación RDF	:proyectos
Identificadores RDF	:proyectos/{proyind}

Tabla 6.12: Resumen del mapeo MAPID-Proyectos

Target RDF generado:

```
:proyectos/{proyind} a :proyectos ;
  :proy_id_per {id_per} ;
  :proy_id_miembro {proy_id_miembro} ;
  :proy_sector {sector} ;
  :proy_institucion {institucion} ;
  :proy_titulo {proy_titulo} ;
  :proy_periodo_ini {proy_periodo_ini} ;
  :proy_periodo_fin {proy_periodo_fin} ;
  :proy_cargahoraria {proy_cargahoraria} ;
  :proy_categoria {proy_categoria} ;
  :proy_tipoclase {proy_tipoclase} ;
  :proy_participacion {proy_tipo_de_participacion} ;
  :proy_situacion {proy_situacion} ;
  :proy_pregrado {proy_pregrado} ;
  :proy_especializacion {proy_especializacion} ;
  :proy_magister {proy_magister} ;
```

```

:proy_magister_prof {proy_magister_prof} ;
:proy_doctorado {proy_doctorado} ;
:proy_financiacion {proy_financiacion} ;
:proy_palabra_clave {proy_palabrasclave} ;
:proy_actuacion_area {actuacion_area} ;
:proy_actuacion_subarea {actuacion_subarea} ;
:proy_actuacion_disciplina {actuacion_disciplina} ;
:proy_actuacion_especialidad {actuacion_especialidad} ;
:proy_id {proy_id} ;
:proy_esfinanciado {proy_esfinanciado}^^xsd:integer .

```

Consulta SQL utilizada (source):

```

SELECT CONCAT('proyecto', ap.proy_id) AS proyind,
       ap.id_per,
       ap.proy_id_miembro,
       ap.sector,
       ap.institucion,
       ap.proy_titulo,
       ap.proy_periodo_ini,
       ap.proy_periodo_fin,
       ap.proy_cargahoraria,
       ap.proy_categoria,
       ap.proy_tipoclase,
       ap.proy_tipo_de_participacion,
       ap.proy_situacion,
       ap.proy_pregrado,
       ap.proy_especializacion,
       ap.proy_magister,
       ap.proy_magister_prof,
       ap.proy_doctorado,
       ap.proy_financiacion,
       ap.proy_palabrasclave,
       ap.actuacion_area,
       ap.actuacion_subarea,
       ap.actuacion_disciplina,
       ap.actuacion_especialidad,
       ap.proy_id,
       IF(ap.proy_financiacion = '', 0, 1) AS proy_esfinanciado
FROM ap_proyectos ap

```

areaactuacion

Mapping ID	MAPID-AreaActuacion
Clase RDF generada	:areaactuacion
Identificador RDF	:areaactuacion/{aaind}

Tabla 6.14: Resumen del mapeo MAPID-AreaActuacion

Target RDF generado:

```

:areaactuacion/{aaind} a :areaactuacion ;

```

```

:aact_id_per {id_per} ;
:aact_area_id {area_id} ;
:aact_area_area {area_area} ;
:aact_area_subareas {area_subareas} ;
:aact_area_disciplina {area_disciplina} .

```

El mapeo MAPID-AreaActuacion permite representar instancias del tipo :areaactuacion a partir de registros de la base de datos relacional. El identificador RDF se construye concatenando el prefijo areaact con el valor de idareaact, generando un URI único para cada área de actuación. Los campos incluidos en el target son:

- id_per: Persona asociada al área.
- area_id: Código del área.
- area_area: Nombre del área.
- area_subareas: Subáreas vinculadas.
- area_disciplina: Disciplina relacionada.

Consulta SQL utilizada (source):

```

SELECT CONCAT('areaact', idareaact) AS aaand,
       id_per, area_id, area_area,
       area_subareas, area_disciplina,
       area_especialidad
FROM areaactuacion

```

cargoInstitucion

Mapping ID	MAPID-cargoInstitucion
Clase RDF generada	:cargoInstitucion
Identificador RDF	:cargoInstitucion/{instvinculoind}

Tabla 6.16: Resumen del mapeo MAPID-cargoInstitucion

Target RDF generado:

```

:cargoInstitucion/{instvinculoind} a :cargoInstitucion ;
:vin_id_per {id_per} ;
:vin_sector {sector} ;
:vin_institucion {institucion} ;
:vin_tipo {tipo_vinculo} ;
:vin_periodo_ini {periodo_ini} ;
:vin_periodo_fin {periodo_fin} ;
:vin_relevante {trabajo_relevante} ;
:vin_tipogrado {tipo_grado} ;
:vin_grado {grado} ;

```

```
:vin_dedicacion {dedicacion} ;  
:vin_dedicacion_total {dedicacion_total} ;  
:vin_escalafon {escalafon} ;  
:vin_cargo {cargo} .
```

El mapeo MAPID-cargoInstitucion representa instancias de cargos institucionales asociados a personas, con detalles de sector, tipo de vínculo, periodo y características del cargo.

Los campos incluidos en el target son:

- **id_per**: Persona asociada al cargo.
- **sector**: Sector del cargo.
- **institucion**: Institución relacionada.
- **tipo_vinculo**: Tipo de vínculo.
- **periodo_ini**: Fecha de inicio.
- **periodo_fin**: Fecha de fin.
- **trabajo_relevante**: Indica si el trabajo es relevante.
- **tipo_grado**: Tipo de grado.
- **grado**: Grado alcanzado.
- **dedicacion**: Dedicación.
- **dedicacion_total**: Dedicación total.
- **escalafon**: Escalafón.
- **cargo**: Cargo desempeñado.

Consulta SQL utilizada (source):

```
SELECT CONCAT('instvinculo', id_vinculo) AS instvinculoind,  
       id_per, sector, institucion, tipo_vinculo,  
       periodo_ini, periodo_fin, trabajo_relevante,  
       tipo_grado, dedicacion, dedicacion_total,  
       escalafon, grado, cargo  
FROM ap_vinculos;
```

formacionAcademica

Mapping ID	MAPID-FormacionAcademica
Clase RDF generada	:formacionAcademica
Identificador RDF	:formacionAcademica/{faid}

Tabla 6.18: Resumen del mapeo MAPID-FormacionAcademica

Target RDF generado:

```
:formacionAcademica/{faid} a :formacionAcademica ;
:fa_id_per {id_per} ;
:fa_tutor {fa_tutor} ;
:fa_grado {fa_grado} ;
:fa_carrera {fa_carrera} ;
:fa_carrera_ini {fa_carrera_fini} ;
:fa_carrera_fin {fa_carrera_ffin} ;
:fa_institucion {fa_institucion} ;
:fa_obtenciontitulo {fa_aaaa_obtencion} ;
:fa_palabra_clave {fa_palabrasclave} ;
:fa_financiacion {fa_financiacion} ;
:fa_areaconocimiento {fa_areaconocimiento} ;
:fa_sitioweb {fa_sitioweb} ;
:fa_estado {fa_estado} ;
:fa_actuacion_area {actuacion_area} ;
:fa_actuacion_subarea {actuacion_subarea} ;
:fa_actuacion_disciplina {actuacion_disciplina} ;
:fa_actuacion_especialidad {actuacion_especialidad} .
```

El mapeo MAPID-FormacionAcademica representa información sobre la formación académica de una persona. El identificador RDF se genera a partir del prefijo `fa` seguido del `idfa`, garantizando unicidad en el URL.

Los campos incluidos en el target son:

- `id_per`: Persona asociada a la formación.
- `fa_tutor`: Nombre del tutor.
- `fa_grado`: Grado académico alcanzado.
- `fa_carrera`: Carrera o programa de estudio.
- `fa_carrera_fini`: Año de inicio de la carrera.
- `fa_carrera_ffin`: Año de finalización.
- `fa_institucion`: Institución educativa.
- `fa_aaaa_obtencion`: Año de obtención del título.
- `fa_palabrasclave`: Palabras clave asociadas.

- fa_financiacion: Fuente de financiación.
- fa_areaconocimiento: Área de conocimiento.
- fa_sitioweb: Sitio web del programa o tesis.
- fa_estado: Estado actual (completo, en curso, etc.).
- actuacion_area: Área de actuación.
- actuacion_subarea: Subárea relacionada.
- actuacion_disciplina: Disciplina académica.
- actuacion_especialidad: Especialidad dentro del campo.

Consulta SQL utilizada (source):

```
SELECT CONCAT('fa', idfa) AS faid,
    id_per, fa_tutor, fa_grado, fa_carrera,
    fa_carrera_fini, fa_carrera_ffin, fa_institucion,
    fa_aaaa_obtencion, fa_palabrasclave, fa_financiacion,
    fa_areaconocimiento, fa_sitioweb, fa_estado,
    actuacion_area, actuacion_subarea,
    actuacion_disciplina, actuacion_especialidad
FROM formacionacademica f
```

formacionComplementaria

Mapping ID	MAPID-FormacionComplementaria
Clase RDF generada	:formacionComplementaria
Identificador RDF	:formacionComplementaria/{fcind}

Tabla 6.20: Resumen del mapeo MAPID-FormacionComplementaria

Target RDF generado:

```
:formacionComplementaria/{fcind} a :formacionComplementaria ;
    :fc_id_per {id_per} ;
    :fc_estado {fc_estado} ;
    :fc_tipo {fc_tipo} ;
    :fc_nombre {fc_nombre} ;
    :fc_institucion {fc_institucion} ;
    :fc_horas {fc_horas} ;
    :fc_palabra_clave {fc_palabrasclave} ;
    :fc_areaconocimiento {fc_areaconocimiento} ;
    :fc_actuacion_area {actuacion_area} ;
    :fc_actuacion_subarea {actuacion_subarea} ;
    :fc_actuacion_disciplina {actuacion_disciplina} ;
    :fc_actuacion_especialidad {actuacion_especialidad} .
```

El mapeo MAPID-FormacionComplementaria permite representar instancias de formación complementaria asociadas a personas, con detalles de tipo, estado y horas dedicadas.

Los campos incluidos en el target son:

- `id_per`: Persona asociada a la formación complementaria.
- `fc_estado`: Estado de la formación.
- `fc_tipo`: Tipo de formación complementaria.
- `fc_nombre`: Nombre del curso o formación.
- `fc_institucion`: Institución que ofrece la formación.
- `fc_horas`: Cantidad de horas.
- `fc_palabrasclave`: Palabras clave relacionadas.
- `fc_areaconocimiento`: Área de conocimiento.
- `actuacion_area`: Área de actuación.
- `actuacion_subarea`: Subárea relacionada.
- `actuacion_disciplina`: Disciplina.
- `actuacion_especialidad`: Especialidad.

Consulta SQL utilizada (source):

```
SELECT CONCAT('fc', idfc) AS fcind,
       id_per, fc_estado, fc_tipo, fc_nombre,
       fc_institucion, fc_horas, fc_palabrasclave,
       fc_areaconocimiento, actuacion_area,
       actuacion_subarea, actuacion_disciplina,
       actuacion_especialidad
FROM formacioncomplementaria f
```

formacionRRHH

El mapeo MAPID-formacionRRHH permite representar instancias de formación de recursos humanos, como la orientación o tutoría de tesis, asociadas a personas.

Mapping ID	MAPID-formacionRRHH
Clase RDF generada	:formacionRRHH
Identificador RDF	:formacionRRHH/{tesisind}

Tabla 6.22: Resumen del mapeo MAPID-formacionRRHH

Target RDF generado:

```
:formacionRRHH/{tesisind} a :formacionRRHH ;
:tesis_id_tutor {tesis_id_tutor} ;
:tesis_id_orientado {tesis_id_orientado} ;
:tesis_titulo {tesis_titulo} ;
:tesis_estado {tesis_estado} ;
:tesis_sector {tesis_sector} ;
:tesis_tipo_orientacion {tesis_tipo_orientacion} ;
:tesis_pais {tesis_pais} ;
:tesis_tipo {tesis_tipo} ;
:tesis_idioma {tesis_idioma} ;
:tesis_palabra_clave {tesis_palabra_clave} ;
:tesis_programa {tesis_programa} ;
:tesis_actuacion_area {actuacion_area} ;
:tesis_actuacion_subarea {actuacion_subarea} ;
:tesis_actuacion_disciplina {actuacion_disciplina} ;
:tesis_actuacion_especialidad {actuacion_especialidad} .
```

Los campos incluidos en el target son:

- tesis_id_tutor: Persona que actúa como tutor/a.
- tesis_id_orientado: Persona orientada (tesista).
- tesis_titulo: Título de la tesis.
- tesis_estado: Estado del trabajo.
- tesis_sector: Sector de aplicación.
- tesis_tipo_orientacion: Tipo de orientación o tutoría.
- tesis_pais: País donde se realiza la tesis.
- tesis_tipo: Tipo de tesis.
- tesis_idioma: Idioma de redacción.
- tesis_palabra_clave: Palabras clave asociadas.
- tesis_programa: Programa académico.
- actuacion_area: Área de actuación.
- actuacion_subarea: Subárea relacionada.
- actuacion_disciplina: Disciplina de investigación.
- actuacion_especialidad: Especialidad específica.

Consulta SQL utilizada (source):

```

SELECT concat('tesis', tesis_id) AS tesisind,
       tesis_id_tutor, tesis_id_orientado,
       tesis_titulo, tesis_estado, tesis_sector,
       tesis_tipo_orientacion, tesis_pais, tesis_tipo,
       tesis_idioma, tesis_palabra_clave, tesis_programa,
       actuacion_area, actuacion_subarea,
       actuacion_disciplina, actuacion_especialidad
FROM tesis

```

idioma

El mapeo MAPID-Idioma permite representar instancias de conocimiento de idiomas asociadas a personas, incluyendo el nivel de dominio en escritura, lectura, habla y comprensión.

Mapping ID	MAPID-Idioma
Clase RDF generada	:idioma
Identificador RDF	:idioma/{idiomaind}

Tabla 6.24: Resumen del mapeo MAPID-Idioma

Target RDF generado:

```

:idioma/{idiomaind} a :idioma ;
  :idioma_id_per {id_per} ;
  :idioma_id {idioma_id} ;
  :idioma_nombre {idioma_nombre} ;
  :idioma_escribe {idioma_escribe} ;
  :idioma_lee {idioma_lee} ;
  :idioma_habla {idioma_habla} ;
  :idioma_entiende {idioma_entiende} .

```

Los campos incluidos en el target son:

- **id_per**: Persona asociada al idioma.
- **idioma_id**: Identificador interno del idioma.
- **idioma_nombre**: Nombre del idioma.
- **idioma_escribe**: Nivel de escritura.
- **idioma_lee**: Nivel de lectura.
- **idioma_habla**: Nivel de habla.
- **idioma_entiende**: Nivel de comprensión.

Consulta SQL utilizada (source):

```

SELECT concat('idioma', ididioma) AS idiomaind,
       id_per, idioma_id, idioma_nombre,
       idioma_escribe, idioma_lee, idioma_habla, idioma_entiende
FROM idioma

```

institucionppal

Mapping ID	MAPID-institucionppal
Clase RDF	:institucion
Identificador RDF	:institucion/{instppal_id}
Propiedades RDF	:inst_id_per {id_per}, :inst_nombre {instppal}, :instppalinst {instppalinst}, :instppalfacultad {instppalfacultad}, :instppaldepartamento {instppaldepartamento}, :instppalpais {instppalpais}

Tabla 6.26: Resumen del mapeo MAPID-institucionppal

Target RDF generado:

```

:institucion/{instppal_id} a :institucion ;
  :inst_id_per {id_per} ;
  :inst_nombre {instppal} ;
  :instppalinst {instppalinst} ;
  :instppalfacultad {instppalfacultad} ;
  :instppaldepartamento {instppaldepartamento} ;
  :instppalpais {instppalpais} .

```

Consulta SQL utilizada (source):

```

SELECT CONCAT('instppal', iddatageneral) AS instppal_id,
       id_per, instppal, instppalinst, instppalfacultad, instppaldepartamento,
       instppalpais
FROM datageneral;

```

libros

Mapping ID	MAPID-Libros
Clase RDF generada	:libros
Identificador RDF	:libros/{libroind}

Tabla 6.28: Resumen del mapeo MAPID-Libros

Target RDF generado:

```

:libros/{libroind} a :libros ;
:libro_id_per {id_per} ;
:libro_id_coautor {libro_id_coautor} ;
:libro_titulo {libro_titulo} ;
:libro_volumen {libro_volumen} ;
:libro_edicion {libro_edicion} ;
:libro_tipopublicacion {libro_tipopublicacion} ;
:libro_palabra_clave {libro_palabra_clave} ;
:libro_areaconocimiento {libro_areaconocimiento} ;
:libro_mediodivulgacion {libro_mediodivulgacion} ;
:libro_issn_isbn {libro_issn_isbn} ;
:libro_doi {libro_doi} ;
:libro_capitulos {libro_capitulos} ;
:libro_organizadores {libro_organizadores} ;
:libro_paginicial {libro_paginicial} ;
:libro_pagfinal {libro_pagfinal} ;
:libro_actuacion_area {actuacion_area} ;
:libro_actuacion_subarea {actuacion_subarea} ;
:libro_actuacion_disciplina {actuacion_disciplina} ;
:libro_actuacion_especialidad {actuacion_especialidad} ;
:libro_id {libro_id} .

```

El mapeo MAPID-Libros permite modelar libros o capítulos de libros registrados por una persona o coautor. El identificador RDF se crea con el prefijo `libro_ind` seguido del valor de `libro_id` para garantizar unicidad.

Los campos incluidos en el target son:

- `id_per`: Persona responsable del registro.
- `libro_id_coautor`: Coautor o coautores.
- `libro_titulo`: Título del libro o capítulo.
- `libro_volumen`: Volumen en el que fue publicado.
- `libro_edicion`: Edición correspondiente.
- `libro_tipopublicacion`: Tipo de publicación (libro, capítulo, etc.).
- `libro_palabra_clave`: Palabras clave asociadas.
- `libro_areaconocimiento`: Área de conocimiento vinculada.
- `libro_mediodivulgacion`: Medio de divulgación utilizado.
- `libro_issn_isbn`: Código ISSN o ISBN.
- `libro_doi`: DOI si está disponible.
- `libro_capitulos`: Cantidad de capítulos (si aplica).
- `libro_organizadores`: Organizadores del libro.
- `libro_paginicial`: Página de inicio.

- libro_pagfinal: Página de fin.
- actuacion_area: Área de actuación.
- actuacion_subarea: Subárea específica.
- actuacion_disciplina: Disciplina relacionada.
- actuacion_especialidad: Especialidad temática.
- libro_id: Identificador interno del libro.

Consulta SQL utilizada (source):

```
SELECT CONCAT('libro_ind', l.libro_id) AS libroind,
    l.id_per, l.libro_id_coautor, l.libro_titulo,
    l.libro_volumen, l.libro_edicion, l.libro_tipopublicacion,
    l.libro_palabra_clave, l.libro_areaconocimiento,
    l.libro_mediodivulgacion, l.libro_ISSN_ISBN, l.libro_DOI,
    l.libro_capitulos, l.libro_organizadores,
    l.libro_paginicial, l.libro_pagfinal,
    l.actuacion_area, l.actuacion_subarea,
    l.actuacion_disciplina, l.actuacion_especialidad,
    l.libro_id
FROM docinco.libro l
```

articulospublicados

Mapping ID	MAPID-Articulospublicados
Clase RDF generada	:articulospublicados
Identificador RDF	:articulospublicados/{artpubind}

Tabla 6.30: Resumen del mapeo MAPID-Articulospublicados

Target RDF generado:

```
:articulospublicados/{artpubind} a :articulospublicados ;
:artpub_id_per {id_per} ;
:artpub_titulo {artpublicado_titulo} ;
:artpub_id_coautor {artpublicado_id_coautor} ;
:artpub_tipo {artpublicado_tipo} ;
:artpub_palabra_clave {artpublicado_palabra_clave} ;
:artpub_revista {artpublicado_revista} ;
:artpub_issn_isbn {artpublicado_issn} ;
:artpub_mediodivulgacion {artpublicado_mediodivulgacion} ;
:artpub_sitioweb {artpublicado_sitioweb} ;
:artpub_areaconocimiento {artpublicado_areaconocimiento} ;
:artpub_volumen {artpublicado_volumen} ;
:artpub_fasciculo {artpublicado_fasciculo} ;
:artpub_serie {artpublicado_serie} ;
```

```
:artpub_doi {artpublicado_doi} ;
:artpub_paginicial {artpublicado_paginicial} ;
:artpub_pagfinal {artpublicado_pagfinal} ;
:artpub_lugarpublicacion {artpublicado_lugarpublicacion} ;
:artpub_actuacion_area {actuacion_area} ;
:artpub_actuacion_subarea {actuacion_subarea} ;
:artpub_actuacion_disciplina {actuacion_disciplina} ;
:artpub_actuacion_especialidad {actuacion_especialidad} ;
:artpub_id {artpublicado_id} .
```

El mapeo MAPID-*Articulospublicados* describe publicaciones científicas o académicas. El identificador RDF se construye a partir del prefijo *artpub* seguido del *artpublicado_id*, lo que asegura unicidad en los URIs generados.

Los campos incluidos en el target son:

- *id_per*: Persona autora principal.
- *artpublicado_titulo*: Título del artículo.
- *artpublicado_id_coautor*: Coautores del artículo.
- *artpublicado_tipo*: Tipo de publicación.
- *artpublicado_palabra_clave*: Palabras clave.
- *artpublicado_revista*: Revista donde fue publicado.
- *artpublicado_issn*: Código ISSN o ISBN.
- *artpublicado_medioidivulgacion*: Medio de divulgación.
- *artpublicado_sitioweb*: Sitio web de publicación.
- *artpublicado_areaconocimiento*: Área de conocimiento.
- *artpublicado_volumen*: Volumen del número publicado.
- *artpublicado_fasciculo*: Fascículo o número.
- *artpublicado_serie*: Serie de publicación.
- *artpublicado_doi*: DOI del artículo.
- *artpublicado_paginicial*: Página inicial.
- *artpublicado_pagfinal*: Página final.
- *artpublicado_lugarpublicacion*: Lugar de publicación.
- *actuacion_area*: Área de actuación.
- *actuacion_subarea*: Subárea específica.
- *actuacion_disciplina*: Disciplina temática.

- actuacion_especialidad: Especialidad.
- artpublicado_id: Identificador único del artículo.

Consulta SQL utilizada (source):

```
SELECT CONCAT('artpub', a.artpublicado_id) AS artpubind,
a.id_per, a.artpublicado_titulo, a.artpublicado_id_coautor,
a.artpublicado_tipo, a.artpublicado_palabra_clave,
a.artpublicado_revista, a.artpublicado_ISSN,
a.artpublicado_mediodivulgacion, a.artpublicado_sitioweb,
a.artpublicado_areaconocimiento, a.artpublicado_volumen,
a.artpublicado_fasciculo, a.artpublicado_serie,
a.artpublicado_DOI, a.artpublicado_paginicial,
a.artpublicado_pagfinal, a.artpublicado_lugarpublicacion,
a.actuacion_area, a.actuacion_subarea,
a.actuacion_disciplina, a.actuacion_especialidad,
a.artpublicado_id
FROM docinco.articulospublicados a
```

SNI

Mapping ID	MAPID-SNI
Relación RDF	:sni
Identificadores RDF	:sni/{sniind}

Tabla 6.32: Resumen del mapeo MAPID-SNI

Target RDF generado:

```
:sni/{sniind} a :sni ;
:sni_id_per {id_per} ;
:sni_nivel {sni_nivel} ;
:sni_cat {sni_cat} ;
:sni_fpub {sni_fpub} ;
:sni_fact {sni_fact} .
```

Consulta SQL utilizada (source):

```
SELECT CONCAT('sni', id_per) AS sniind,
p.id_per,
sni_nivel,
sni_cat,
sni_fpub,
sni_fact
FROM persona p
WHERE p.sni_cat <> ''
```

actividadDocencia

El mapeo MAPID-actividadDocencia permite vincular a una persona con una actividad de docencia que ha realizado.

Mapping ID	MAPID-actividadDocencia
Clase RDF generada	Relación entre :persona y :docencia
Identificador RDF	:persona/{perind} :actividadDocencia :docencia/{docind}

Tabla 6.34: Resumen del mapeo MAPID-actividadDocencia

Target RDF generado:

```
:persona/{perind} :actividadDocencia :docencia/{docind} .
```

Los campos incluidos en el target son:

- perind: Identificador de la persona.
- docind: Identificador de la actividad de docencia.

Consulta SQL utilizada (source):

```
SELECT concat('persona', p.id_per) AS perind,  
       concat('ap_doc', a.id_docencia) AS docind  
FROM persona p  
RIGHT JOIN ap_docencia a ON a.id_per = p.id_per
```

actividadExtension

Mapping ID	MAPID-actividadExtension
Relación RDF generada	:actividadExtension
Identificadores RDF	:persona/{perind}, :extension/{extind}

Tabla 6.36: Resumen del mapeo MAPID-actividadExtension

Target RDF generado:

```
:persona/{perind} :actividadExtension :extension/{extind} .
```

El mapeo MAPID-actividadExtension representa la relación entre personas y actividades de extensión.

Los campos incluidos en el target son:

- **perind**: Identificador de la persona.
- **extind**: Identificador de la actividad de extensión.

Consulta SQL utilizada (source):

```
SELECT CONCAT('persona', p.id_per) AS perind,
        CONCAT('ext', id_extension) AS extind
FROM ap_extension ap
LEFT JOIN persona p ON ap.id_per = p.id_per
```

actividadGestion

Mapping ID	MAPID-actividadGestion
Relación RDF generada	:actividadGestion
Identificadores RDF	:persona/{perind}, :gestion/{gestind}

Tabla 6.38: Resumen del mapeo MAPID-actividadGestion

Target RDF generado:

```
:persona/{perind} :actividadGestion :gestion/{gestind} .
```

El mapeo MAPID-actividadGestion representa la relación de actividades de gestión asociadas a personas.

Los campos incluidos en el target son:

- **perind**: Identificador de la persona.
- **gestind**: Identificador de la gestión.

Consulta SQL utilizada (source):

```
SELECT CONCAT('persona', p.id_per) AS perind,
        CONCAT('gest', id_gestion) AS gestind
FROM ap_gestion ap
INNER JOIN persona p ON ap.id_per = p.id_per
GROUP BY perind, gestind
```

actividadLineaInvestigacion

Mapping ID	MAPID-actividadLineaInvestigacion
Relación RDF generada	:actividadLineaInvestigacion
Identificadores RDF	:persona/{perind}, :lineasinvestigacion/{lineainvind}

Tabla 6.40: Resumen del mapeo MAPID-actividadLineaInvestigacion

Target RDF generado:

```
:persona/{perind} :actividadLineaInvestigacion :lineasinvestigacion/{lineainvind} .
```

El mapeo MAPID-actividadLineaInvestigacion representa la relación que vincula a una persona con una línea de investigación en términos de actividades desarrolladas.

Los campos incluidos en el target son:

- perind: Identificador de la persona.
- lineainvind: Identificador de la línea de investigación.

Consulta SQL utilizada (source):

```
SELECT CONCAT('persona', p.id_per) AS perind,  
       CONCAT('lineainv', lineainv_id) AS lineainvind  
FROM ap_linea_investigacion ap  
LEFT JOIN persona p ON ap.id_per = p.id_per  
GROUP BY perind, lineainvind
```

actividadProyecto

Mapping ID	MAPID-actividadProyecto
Clase RDF generada	Triple entre :persona y :proyectos
Identificador RDF	:persona/{perind} :actividadProyectos :proyectos/{proyind}

Tabla 6.42: Resumen del mapeo MAPID-actividadProyecto

Target RDF generado:

```
:persona/{perind} :actividadProyectos :proyectos/{proyind} .
```

El mapeo `MAPID-actividadProyecto` permite representar la participación de personas en proyectos institucionales o de investigación, vinculando a cada persona con los proyectos en los que ha estado involucrada.

Los campos incluidos en el target son:

- `perind`: Identificador de la persona que participa en el proyecto.
- `proyind`: Identificador del proyecto relacionado.

Consulta SQL utilizada (source):

```
SELECT CONCAT('persona', p.id_per) AS perind,
        CONCAT('proyecto', proy_id) AS proyind
FROM ap_proyectos ap
INNER JOIN persona p ON ap.id_per = p.id_per
GROUP BY CONCAT('persona', p.id_per), CONCAT('proyecto', proy_id)
```

autorDeArtPub

Mapping ID	MAPID-AutorArtPub
Clase RDF generada	Triple entre :persona y :articulospublicados
Identificador RDF	:persona/{perind} :autorDeArtPub :articulospublicados/{artpubind}

Tabla 6.44: Resumen del mapeo MAPID-AutorArtPub

Target RDF generado:

```
:persona/{perind} :autorDeArtPub :articulospublicados/{artpubind} .
```

El mapeo `MAPID-AutorArtPub` permite representar la relación de autoría entre una persona y un artículo publicado, indicando quién es responsable de la publicación.

Los campos incluidos en el target son:

- `perind`: Identificador de la persona autora del artículo.
- `artpubind`: Identificador del artículo publicado.

Consulta SQL utilizada (source):

```
SELECT CONCAT('persona', p.id_per) AS perind,
        CONCAT('artpub', artpublicado_id) AS artpubind
FROM articulospublicados a
LEFT JOIN persona p ON a.id_per = p.id_per
GROUP BY CONCAT('persona', p.id_per), CONCAT('artpub', artpublicado_id)
```

coautorDeArtPub

Mapping ID	MAPID-CoautorArtpub
Clase RDF generada	Triple entre :persona y :articulospublicados
Identificador RDF	:persona/{perind} :coautorDeArtPub :articulospublicados/{artpubind}

Tabla 6.46: Resumen del mapeo MAPID-CoautorArtpub

Target RDF generado:

```
:persona/{perind} :coautorDeArtPub :articulospublicados/{artpubind} .
```

El mapeo MAPID-CoautorArtpub permite representar la relación de coautoría entre una persona y un artículo publicado, cuando la persona no es autor principal sino coautor del trabajo.

Los campos incluidos en el target son:

- **perind**: Identificador de la persona coautora del artículo.
- **artpubind**: Identificador del artículo publicado.

Consulta SQL utilizada (source):

```
SELECT CONCAT('persona', p.id_per) AS perind,  
       CONCAT('artpub', artpublicado_id) AS artpubind  
FROM articulospublicados a  
LEFT JOIN persona p ON a.artpublicado_id_coautor = p.id_per
```

autorDeLibro

Mapping ID	MAPID-AutorDeLibro
Clase RDF generada	Triple entre :persona y :libros
Identificador RDF	:persona/{perind} :autorDeLibro :libros/{libroind}

Tabla 6.48: Resumen del mapeo MAPID-AutorDeLibro

Target RDF generado:

```
:persona/{perind} :autorDeLibro :libros/{libroind} .
```

El mapeo MAPID-AutorDeLibro permite representar la relación de autoría entre una persona y un libro registrado en el sistema.

Los campos incluidos en el target son:

- **perind**: Identificador de la persona autora del libro.
- **libroind**: Identificador del libro publicado.

Consulta SQL utilizada (source):

```
SELECT CONCAT('persona', p.id_per) AS perind,
        CONCAT('libro_ind', libro_id) AS libroind
FROM libro l
LEFT JOIN persona p ON l.id_per = p.id_per
GROUP BY CONCAT('persona', p.id_per), CONCAT('libro_ind', libro_id)
```

coautorDeLibro

Mapping ID	MAPID-CoautorDeLibro
Clase RDF generada	Triple entre :persona y :libros
Identificador RDF	:persona/{perind} :coautorDeLibro :libros/{libroind}

Tabla 6.50: Resumen del mapeo MAPID-CoautorDeLibro

Target RDF generado:

```
:persona/{perind} :coautorDeLibro :libros/{libroind} .
```

El mapeo MAPID-CoautorDeLibro permite representar la relación de coautoría entre una persona y un libro registrado, vinculando a coautores adicionales además del autor principal.

Los campos incluidos en el target son:

- **perind**: Identificador de la persona coautora del libro.
- **libroind**: Identificador del libro publicado.

Consulta SQL utilizada (source):

```
SELECT CONCAT('persona', p.id_per) AS perind,
        CONCAT('libro_ind', libro_id) AS libroind
FROM libro l
INNER JOIN persona p ON l.libro_id_coautor = p.id_per
GROUP BY CONCAT('persona', p.id_per), CONCAT('libro_ind', libro_id)
```

coordinadorProyecto

Mapping ID	MAPID-coordinadorProyecto
Relación RDF	:coordinadorProyecto
Identificadores RDF	:persona/{perind}, :proyectos/{proyind}

Tabla 6.52: Resumen del mapeo MAPID-coordinadorProyecto

Target RDF generado:

```
:persona/{perind} :coordinadorProyecto :proyectos/{proyind} .
```

Consulta SQL utilizada (source):

```
SELECT CONCAT('persona', p.id_per) AS perind,
        CONCAT('proyecto', proy_id) AS proyind
FROM ap_proyectos ap
JOIN persona p ON (ap.id_per = p.id_per)
WHERE ap.proy_tipo_de_participacion LIKE '%Coordinador%'
GROUP BY CONCAT('persona', p.id_per), CONCAT('proyecto', proy_id)
```

esMiembroLineaInvestigacion

Mapping ID	MAPID-esMiembroLineainv
Relación RDF generada	:esmiembroLineaInv
Identificadores RDF	:persona/{perind}, :lineasinvestigacion/{lineainvind}

Tabla 6.54: Resumen del mapeo MAPID-esMiembroLineainv

Target RDF generado:

```
:persona/{perind} :esmiembroLineaInv :lineasinvestigacion/{lineainvind} .
```

Este mapeo MAPID-esMiembroLineainv representa la relación que indica que una persona es miembro de una línea de investigación.

Los campos incluidos en el target son:

- perind: Identificador de la persona.
- lineainvind: Identificador de la línea de investigación.

Consulta SQL utilizada (source):

```

SELECT CONCAT('persona', p.id_per) AS perind,
       CONCAT('lineainv', lineainv_id) AS lineainvind
FROM ap_linea_investigacion ap
INNER JOIN persona p ON ap.id_linea_investigacion_miembro = p.id_per
GROUP BY perind, lineainvind

```

perteneceSNI

El mapeo MAPID-perteneceSNI permite representar la relación entre una persona y su pertenencia al Sistema Nacional de Investigadores (SNI).

Mapping ID	MAPID-perteneceSNI
Clase RDF generada	Relación entre :persona y :sni
Identificador RDF	:persona/{perind} :perteneceSNI :sni/{sniind}

Tabla 6.56: Resumen del mapeo MAPID-perteneceSNI

Target RDF generado:

```
:persona/{perind} :perteneceSNI :sni/{sniind} .
```

Los campos incluidos en el target son:

- perind: Identificador de la persona.
- sniind: Identificador de la instancia del SNI asociada a la persona.

Consulta SQL utilizada (source):

```

SELECT concat('persona', id_per) AS perind,
       concat('sni', id_per) AS sniind
FROM persona p
WHERE p.sni_cat <> ''

```

tieneAreaActuacion

Mapping ID	MAPID-tieneAreaActuacion
Relación RDF generada	:tieneAreaactuacion
Identificadores RDF	:persona/{perind}, :areaactuacion/{aaand}

Tabla 6.58: Resumen del mapeo MAPID-tieneAreaActuacion

Target RDF generado:

```
:persona/{perind} :tieneAreaactuacion :areaactuacion/{aaind} .
```

Consulta SQL utilizada (source):

```
SELECT CONCAT('persona', p.id_per) AS perind,  
        CONCAT('areaact', idareaact) AS aaind  
FROM areaactuacion a  
LEFT JOIN persona p ON a.id_per = p.id_per
```

tieneCargo

Mapping ID	MAPID-tieneCargo
Relación RDF	:tieneCargo
Identificadores RDF	:persona/{perind}, :cargoInstitucion/{instvinculoind}

Tabla 6.60: Resumen del mapeo MAPID-tieneCargo

Target RDF generado:

```
:persona/{perind} :tieneCargo :cargoInstitucion/{instvinculoind} .
```

Consulta SQL utilizada (source):

```
SELECT CONCAT('persona', p.id_per) AS perind,  
        CONCAT('instvinculo', id_vinculo) AS instvinculoind  
FROM ap_vinculos av  
INNER JOIN persona p ON av.id_per = p.id_per
```

tieneFormacionAcademica

Mapping ID	MAPID-tieneFormacionAcademica
Relación RDF generada	:tieneFormacionAcademica
Identificadores RDF	:persona/{perind}, :formacionAcademica/{faind}

Tabla 6.62: Resumen del mapeo MAPID-tieneFormacionAcademica

Target RDF generado:

```
:persona/{perind} :tieneFormacionAcademica :formacionAcademica/{faind} .
```

Consulta SQL utilizada (source):

```

SELECT CONCAT('persona', p.id_per) AS perind,
       CONCAT('fa', idfa) AS faind
FROM formacionacademica f
INNER JOIN persona p ON f.id_per = p.id_per

```

tieneFormacionComplementaria

Mapping ID	MAPID-tieneFormacionComplementaria
Relación RDF generada	:tieneFormacionComplementaria
Identificadores RDF	:persona/{perind}, :formacionComplementaria/{fcind}

Tabla 6.64: Resumen del mapeo MAPID-tieneFormacionComplementaria

Target RDF generado:

```
:persona/{perind} :tieneFormacionComplementaria :formacionComplementaria/{fcind} .
```

Consulta SQL utilizada (source):

```

SELECT CONCAT('persona', p.id_per) AS perind,
       CONCAT('fc', idfc) AS fcind
FROM formacioncomplementaria f
INNER JOIN persona p ON f.id_per = p.id_per

```

tieneIdioma

Mapping ID	MAPID-tieneIdioma
Relación RDF generada	:tieneIdioma
Identificadores RDF	:persona/{perind}, :idioma/{idiomaind}

Tabla 6.66: Resumen del mapeo MAPID-tieneIdioma

Target RDF generado:

```
:persona/{perind} :tieneIdioma :idioma/{idiomaind} .
```

El mapeo MAPID-tieneIdioma representa la relación que indica qué idiomas tiene una persona. Los campos incluidos en el target son:

- **perind**: Identificador de la persona.
- **idiomaind**: Identificador del idioma.

Consulta SQL utilizada (source):

```
SELECT CONCAT('persona', p.id_per) AS perind,
        CONCAT('idioma', ididioma) AS idiomaind
FROM idioma id
LEFT JOIN persona p ON id.id_per = p.id_per
```

tieneInstitucionppal

Mapping ID	MAPID-tieneInstitucionppal
Relación RDF	:tieneInstitucionppal
Identificadores RDF	:persona/{perind}, :institucion/{instppal_id}

Tabla 6.68: Resumen del mapeo MAPID-tieneInstitucionppal

Target RDF generado:

```
:persona/{perind} :tieneInstitucionppal :institucion/{instppal_id} .
```

Consulta SQL utilizada (source):

```
SELECT CONCAT('persona', p.id_per) AS perind,
        CONCAT('instppal', iddatageneral) AS instppal_id
FROM datageneral d
INNER JOIN persona p ON d.id_per = p.id_per
```

tieneTesis

Mapping ID	MAPID-tieneTesis
Relación RDF	:tieneTesis
Identificadores RDF	:persona/{perind}, :formacionRRHH/{tesisind}

Tabla 6.70: Resumen del mapeo MAPID-tieneTesis

Target RDF generado:

```
:persona/{perind} :tieneTesis :formacionRRHH/{tesisind} .
```

Consulta SQL utilizada (source):

```
SELECT CONCAT('persona', p.id_per) AS perind,
        CONCAT('tesis', t.tesis_id) AS tesisind
FROM tesis t
JOIN persona p ON t.tesis_id_orientado = p.id_per
and t.tesis_estado = "EN_MARCHA"
GROUP BY CONCAT('persona', p.id_per), CONCAT('tesis', t.tesis_id)
```

tutorTesis

Mapping ID	MAPID-tutorTesis
Clase RDF generada	Triple entre :docente y :formacionRRHH
Identificador RDF	:docente/{perind} :tutorDeTesis :formacionRRHH/{tesisind}

Tabla 6.72: Resumen del mapeo MAPID-tutorTesis

Target RDF generado:

```
:persona/{perind} :tutorDeTesis :formacionRRHH/{tesisind} .
```

El mapeo MAPID-tutorTesis permite representar la relación de tutoría entre personas y tesis, vinculando a la persona que actúa como tutor con una tesis determinada.

Los campos incluidos en el target son:

- **perind**: Identificador del docente (persona) que actúa como tutor.
- **tesisind**: Identificador de la tesis dirigida.

Consulta SQL utilizada (source):

```
SELECT CONCAT('persona', p.id_per) AS perind,  
       CONCAT('tesis', t.tesis_id) AS tesisind  
FROM tesis t  
LEFT JOIN persona p ON t.tesis_id_tutor = p.id_per  
GROUP BY CONCAT('persona', p.id_per), CONCAT('tesis', t.tesis_id)
```

tieneDedicacionTotal

Mapping ID	MAPID-tieneDedicacionTotal
Clase RDF generada	Triple entre :persona y :dedicacionTotal
Identificador RDF	:persona/{perind} :dedicacionTotal :cargoInstitucion/{instvinculoind}

Tabla 6.74: Resumen del mapeo MAPID-tieneDedicacionTotal

Target RDF generado:

```
:persona/{perind} :tieneDedicacionTotal :cargoInstitucion/{instvinculoind} .
```

El mapeo `MAPID-tieneDedicacionTotal` permite representar la relación de dedicación total entre personas y `dedicacionTotal`, vinculando a la persona que que tiene Dedicación Total con período vigente determinado por la fecha de `periodo_fin` ⁵ la fecha".

Los campos incluidos en el target son:

- `perind`: Identificador del docente (persona) que actúa como tutor.
- `instvinculoind`: Identificador del cargo con Dedicación Total.

Consulta SQL utilizada (source):

```
SELECT  concat('persona',p.id_per) as perind, concat('instvinculo',id_vinculo) as
        instvinculoind
FROM    ap_vinculos av
INNER JOIN  persona p ON av.id_per= p.id_per
WHERE    av.dedicacion_total like '%Dedica%' AND av.periodo_fin like '%a_la%'
```

5

⁵Los archivos de mapeo se encuentran el git del proyecto: <https://gitlab.fing.edu.uy/proyecto-grado/ontologia.git>

Capítulo 7

Resultados Obtenidos

En este capítulo se presentan resultados obtenidos a partir de la implementación del sistema desarrollado. Se incluyen ejemplos que ilustran la inferencia de conocimiento mediante la ontología, el diseño de tableros interactivos para la visualización de datos y el análisis de relaciones a través de grafos de conocimiento.

Los resultados se organizan en las siguientes áreas:

- Inferencias automáticas derivadas del modelo ontológico.
- Visualización de información mediante tableros interactivos.
- Consultas exploratorias en grafos de conocimiento.
- Evaluación de la calidad de la ontología.

7.1. Inferencias

En este apartado se presentan ejemplos concretos de inferencias de distintos tipos de personas (docente, estudiante, investigador) en base a las propiedades y clases definidas en la ontología.

Personas En la ontología, la clase *persona* se define como una entidad que puede estar asociada a distintos roles, tales como docente, estudiante o investigador. En la Figura 7.1 se observa la estructura general de esta entidad.



Figura 7.1: Ontología - Persona

Cada uno de estos roles se infiere en base a condiciones específicas que relacionan a las personas con otras entidades. A continuación se detalla cómo se construyen estas inferencias en la ontología:

Docente: Una persona es inferida como *docente* si tieneCargo, es tutorDeTesis, tieneActividadDocencia, tieneActividadExtension, tieneActividadGestion, tieneActividadLineaInvestigacion, tieneActividadProyectos, como se muestra en la Figura 7.2. Estas condiciones pueden estar vinculadas a su participación en actividades docencia, extensión, gestión, investigación, proyectos, además de tener cargo con grado.

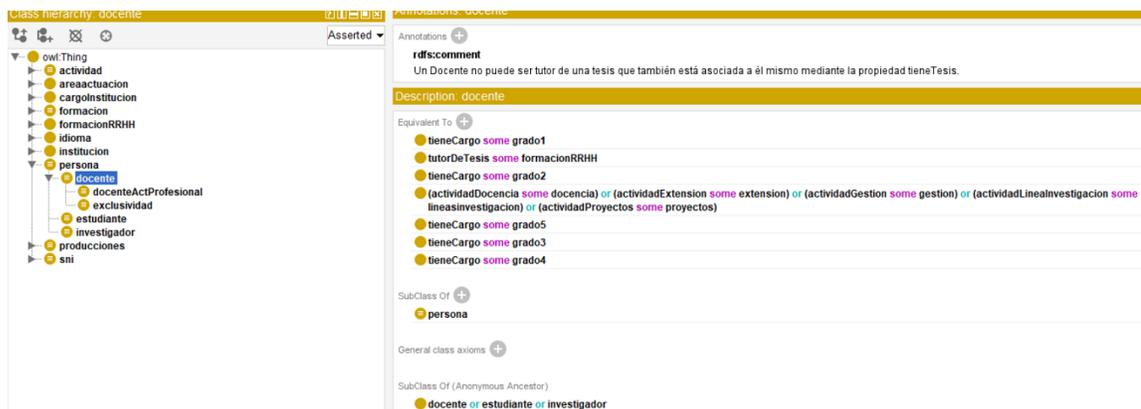


Figura 7.2: Ontología - Docente

Estudiante: La inferencia de una persona como *estudiante* depende de su vínculo con una tesis en estado *en marcha*, como se representa en la Figura 7.3.

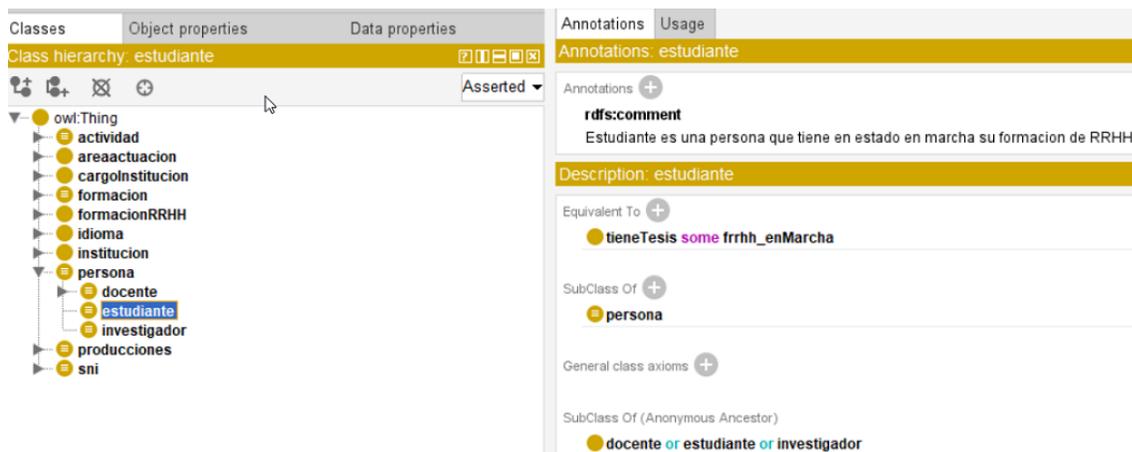


Figura 7.3: Ontología - Estudiante

Investigador: Finalmente, una persona se clasifica como *investigador* si cumple con dos condiciones: tener dedicación total, línea de investigación o estar incluida en el Sistema Nacional de Investigadores (SNI). Estas reglas se encuentran definidas como equivalencias de clase en la ontología, como se ilustra en la Figura 7.4.

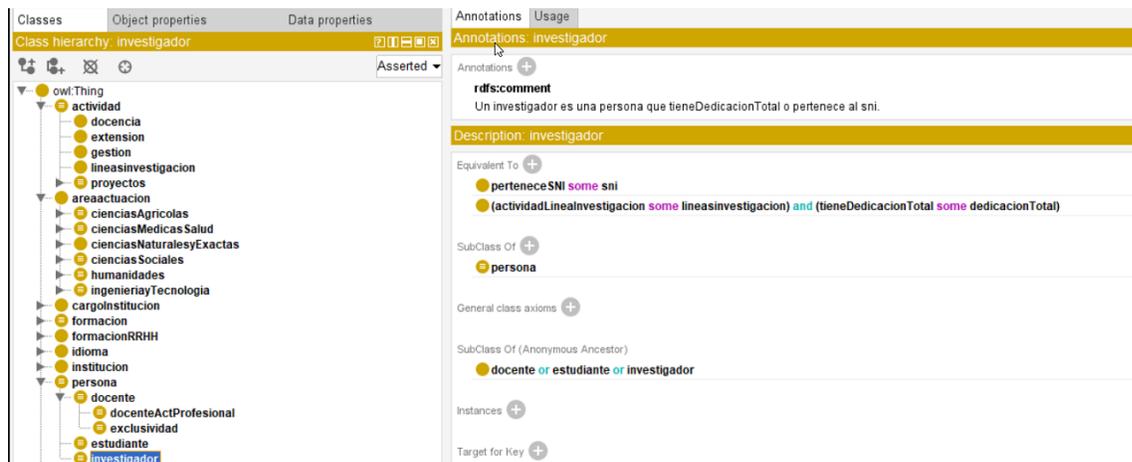


Figura 7.4: Ontología - Investigador

En la Figura 7.5 se muestra que *persona1* ha sido clasificada como docente, estudiante e investigador, y que además cumple con la condición de docente con dedicación exclusiva. También se visualizan las propiedades inferidas que reflejan sus distintas colaboraciones con otras personas, tanto en artículos, libros, líneas de investigación como en proyectos.

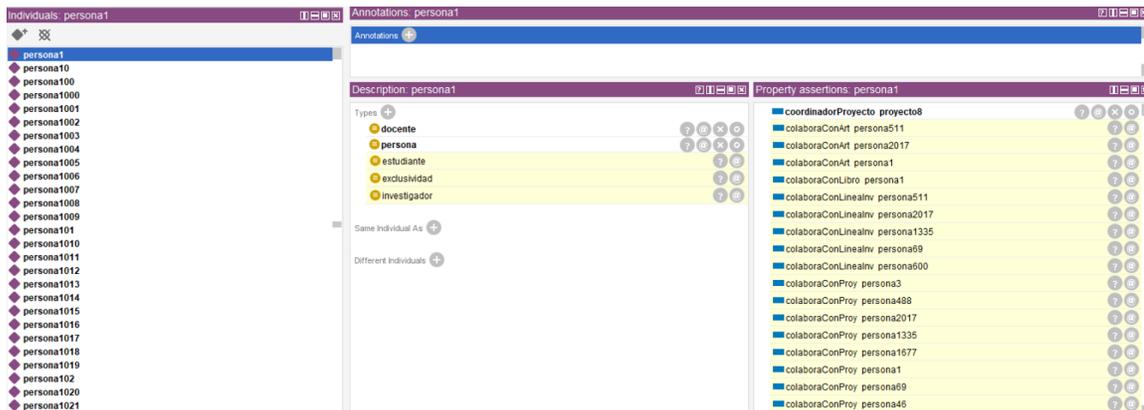


Figura 7.5: Inferencias persona1

La Figura 7.6 muestra cómo se definió la propiedad *colaboraConArtPub*, utilizada para inferir relaciones de colaboración entre personas a partir de publicaciones compartidas. Esta propiedad se construye mediante una cadena de propiedades (property chain), combinando *coautorDeArtPub* con el inverso de *autorDeArtPub*. De este modo, se infiere que una persona colabora con otra si ambas participan en el mismo artículo, ya sea una como autor y la otra como coautor.

Este mismo patrón fue utilizado para definir otras propiedades de colaboración, como *colaboraConLibro*, *colaboraConProy* y *colaboraConLineaInv*, considerando distintos tipos de objetos (libros, proyectos, líneas de investigación) y sus respectivas relaciones de autoría o participación. Estas definiciones permiten definir la red de relaciones entre individuos en la ontología.

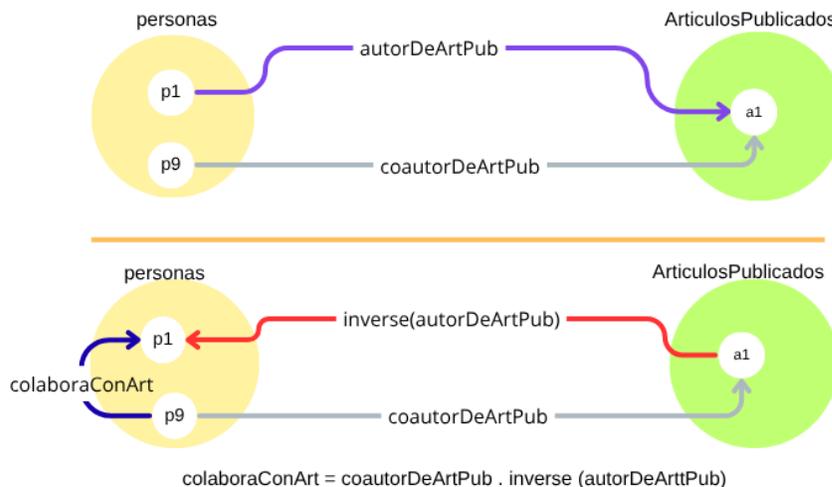


Figura 7.6: colabora con Artículo publicado

En la Figura 7.7 se puede observar las principales entidades de la ontología.

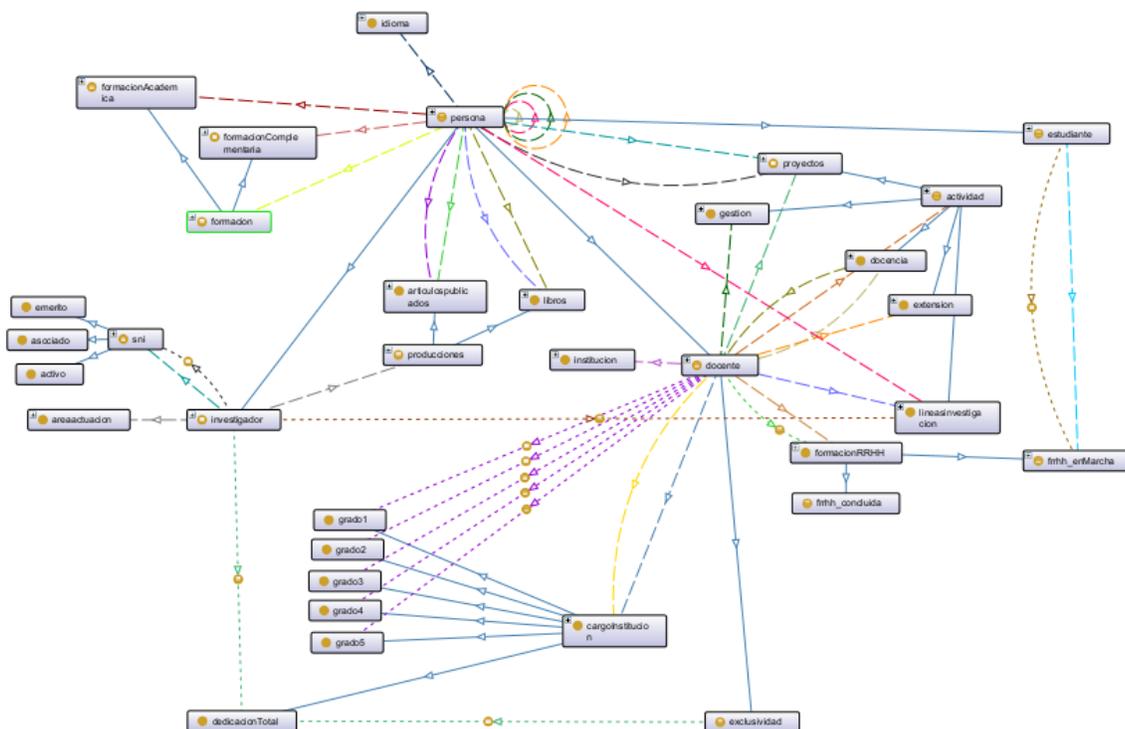


Figura 7.7: OntoGraf- ODIUdelar

7.2. Tableros

Los tableros se desarrollaron con la herramienta *Metabase*¹. Instalamos un contenedor docker local.

Sobre la navegación entre los tableros se facilita mediante filtros aplicables por persona, institución u otras variables relevantes. Estos filtros, una vez definidos, se mantienen al cambiar de un tablero a otro, lo que permite analizar la información de forma integrada y coherente. Por ejemplo, al seleccionar un docente específico, es posible observar sus publicaciones, líneas de investigación asociadas, proyectos en los que participa y tesis que ha dirigido, todo ello manteniendo el mismo contexto de análisis.

Perfil Docente Investigador: Este tablero cuenta con filtros de texto para *Autor/Tutor*, *Grado* y *Formación*, además de filtros desplegables para *Institución* y *Área de Conocimiento*. Estos filtros permiten ajustar dinámicamente los resultados visualizados en cada componente del tablero.

La sección *Resumen* presenta indicadores generales sobre el perfil académico, incluyendo el total de personas con *Dedicación Total*, el número de *Investigadores*, *Docentes* y *Estudiantes* asociados

¹<https://www.metabase.com/>

a la institución y filtros seleccionados.

En la sección *Institución Principal* se muestra un gráfico circular con la distribución porcentual de las instituciones vinculadas a los autores, de acuerdo con los filtros aplicados.

La sección *Dedicación Total* permite visualizar la cantidad de personas con este tipo de vínculo institucional. Al hacer clic sobre alguno de los valores, se aplica un filtro que actualiza los componentes relacionados: *Cargo*, *Categoría SNI*, *Formación Académica*, la tabla *q_personas_institucionppal*, y el área de conocimiento.

En *Cargo*, se representa gráficamente la distribución por grado del personal docente. Al seleccionar uno de los valores del gráfico, se actualizan nuevamente los filtros del tablero.

La sección *Categoría SNI* muestra las categorías del Sistema Nacional de Investigadores en las que se encuentran registradas las personas filtradas.

La formación académica se presenta mediante un gráfico de barras que resume los niveles educativos alcanzados (maestría, doctorado, grado), con posibilidad de combinarse con los filtros de formación para afinar el análisis.

La tabla *q_personas_institucionppal* permite seleccionar una persona específica por su *nombre*; al hacerlo, se activa el filtro correspondiente en *Autor/Tutor*, permitiendo navegar hacia los tableros relacionados con esa persona.

En la parte inferior, se visualiza una tabla que detalla el *Área de Conocimiento* correspondiente a cada autor filtrado, clasificada según área, disciplina y subárea.

Finalmente, la sección *Investigadores* lista las personas identificadas como tales, en función de los filtros aplicados y el vínculo institucional. Esto permite identificar rápidamente a los investigadores activos y sus áreas de vinculación.

La Figura 7.8 ilustra el tablero correspondiente al Perfil Docente Investigador, permitiendo un análisis integral de la trayectoria académica y las vinculaciones institucional.

Publicaciones: Este tablero cuenta con filtros de texto para *Autor/Tutor*, *Colaborador*, *Área de Conocimiento*, *Palabras Claves*, *Tipo de Publicación*, *Medio Publicado* y *Título*. Estos filtros permiten refinar los resultados mostrados, y si existen filtros aplicados en otros tableros, se mantienen activos de forma automática.

La sección *Resumen* presenta métricas generales vinculadas a la producción de Artículos y Libros para del autor seleccionado. Se muestra el total de autores y colaboradores ingresados en el sistema.

A continuación, en la sección *Publicaciones Artículos/Libros*, se visualiza un gráfico de barras comparativo que representa la cantidad de artículos y libros por autor. Es posible aplicar un filtro sobre el autor directamente desde el gráfico, haciendo clic en cualquiera de las barras correspondientes a un tipo de publicación.

La tabla *Medio de Publicación* detalla la información de cada publicación, incluyendo el autor, coautor, tipo, medio, área, disciplina, especialidad, palabras clave y título. Al hacer clic sobre cualquiera de estos campos, se activa automáticamente el filtro correspondiente, permitiendo acotar la búsqueda con precisión.

Por último, la tabla *Artículos Autor, Coautor y Colaboraciones* permite visualizar la red de colaboración entre autores y coautores, mostrando la cantidad de publicaciones realizadas en conjunto.

La Figura 7.9 ilustra el tablero correspondiente a la sección de Publicaciones, facilitando el análisis cuantitativo y cualitativo de la producción científica registrada.

Línea de Investigación: El tablero cuenta con múltiples filtros interactivos que permiten refinar la información presentada. Incluye filtros de texto para los campos *Autor/Tutor*, *Colaborador*,

Participación, Área, Área de Conocimiento y Palabras Claves; así como filtros de selección para *Institución y Línea de Investigación*.

En la sección principal del tablero, titulada *Líneas de Investigación*, se visualizan distintos componentes. En primer lugar, un gráfico circular representa la distribución de los tipos de participación en las líneas de investigación (por ejemplo, como Coordinador o sin definir), permitiendo aplicar el filtro *Participación*. Junto a este, un gráfico de barras horizontales muestra la distribución de las líneas según el área de investigación, como “Ingeniería y Tecnología” o “Sin definir”, con la posibilidad de aplicar el filtro *Área*.

La sección *q_lineainv_acumulado* contiene un gráfico de dispersión que muestra el acumulado de líneas de investigación por persona, agrupado por año de inicio, nombre de la línea y tipo de participación. Por su parte, en la sección *q_lineaInv_colaborador_colaboraciones* se presentan los colaboradores asociados al autor/tutor seleccionado, junto con la cantidad de colaboraciones, pudiendo también aplicar el filtro correspondiente.

Finalmente, la tabla *q_lineaInv* detalla la información específica de cada línea de investigación, incluyendo el nombre del autor, del coautor, el nivel de dedicación, los períodos de inicio y finalización, y la institución correspondiente. Esta tabla permite visualizar los datos de forma estructurada y filtrada.

La Figura 7.10 ilustra el tablero correspondiente al análisis de Líneas de Investigación, facilitando la exploración de la producción académica desde múltiples dimensiones.

Proyectos: Este tablero cuenta con filtros de texto para *Autor/Tutor, Colaborador, Área y Participación*. Si existen filtros aplicados en otros tableros, estos se mantienen activos.

En la sección *q_proyectos_participacion*, se presenta un gráfico circular que representa el porcentaje de participación del *Autor/Tutor* como Coordinador o Responsable en los proyectos registrados.

Se reportan además los totales de *Proyectos Financiados y Proyectos sin Financiar*, junto a un gráfico de barras que muestra la distribución por área temática.

La sección *q_proyectos_acumulado* exhibe un gráfico de burbujas donde se visualiza la cantidad de proyectos acumulados por año, considerando la fecha de inicio. La selección sobre este gráfico permite filtrar los datos por *Autor/Tutor*.

En *q_proyectos_colaborador_colaboraciones*, se muestra la cantidad de colaboraciones entre el *Autor/Tutor* y sus colaboradores, facilitando la selección de un colaborador específico como nuevo filtro.

Finalmente, la tabla *q_proyectos* detalla la información de cada proyecto, incluyendo *persona, colaborador, horas semanales, períodos, financiamiento* y el vínculo al proyecto.

La Figura 7.11 presenta el tablero correspondiente a los proyectos.

Actividades: La Figura 7.12 muestra el tablero correspondiente a las actividades de docencia, extensión y gestión. Este tablero forma parte del sistema de seguimiento académico y permite visualizar de forma organizada las actividades desarrolladas por los docentes.

La sección de **Actividad Docencia** presenta una tabla con los cursos dictados por los docentes, incluyendo información como el nombre del curso, el tipo de asignatura (teórico, práctico o teórico-práctico), el grado al que pertenece (grado, maestría o especialización) y el rol de participación (responsable o asistente).

La sección de **Actividad Extensión** detalla los proyectos o actividades de extensión universitaria en los que participan los docentes, junto con el título de cada proyecto y su escala de impacto.

Por último, la sección de **Actividad Gestión** enumera las funciones de gestión académica y administrativa realizadas por los docentes, tales como la participación en comisiones, dirección de departamentos, coordinación de proyectos, entre otras.

Estas actividades están organizadas en tablas que permiten el filtrado por *institución, autor/tutor, área de conocimiento, título, tipo de grado, tipo de asignatura, rol de participación y tipo de gestión*.

Formación RRHH: Este tablero dispone de filtros de texto para *Autor/Tutor, Estado de la Tesis* y *Tipo de Tesis*. Si existen filtros activos en otros tableros, estos se mantienen aplicados.

La sección *q_tesis_en_marcha* presenta un gráfico de anillos que muestra el porcentaje de tesis en cada estado (*EN_MARCHA* o *CONCLUIDA*). Es posible aplicar un filtro seleccionando uno de los estados directamente desde el gráfico.

El gráfico *q_tesis_tipo* representa la distribución de las tesis según su tipo (*Iniciación a la investigación, Otras tutorías/orientaciones, Tesis de doctorado, Tesis de maestría, Tesis/Monografía de grado*). Al hacer clic sobre una categoría, se aplica automáticamente el filtro correspondiente al *Tipo de Tesis*.

La tabla *q_tesis_tipo_estado_est* muestra información detallada de las tesis, incluyendo el *Tutor*, el *Estudiante*, el *Tipo* y el *Título*. Es posible seleccionar como filtros tanto el *Tutor* como el *Tipo de Tesis* desde esta tabla.

La Figura 7.13 ilustra el tablero correspondiente a las Tesis.



Figura 7.8: Tablero Perfil Docente



Figura 7.9: Tablero Publicaciones

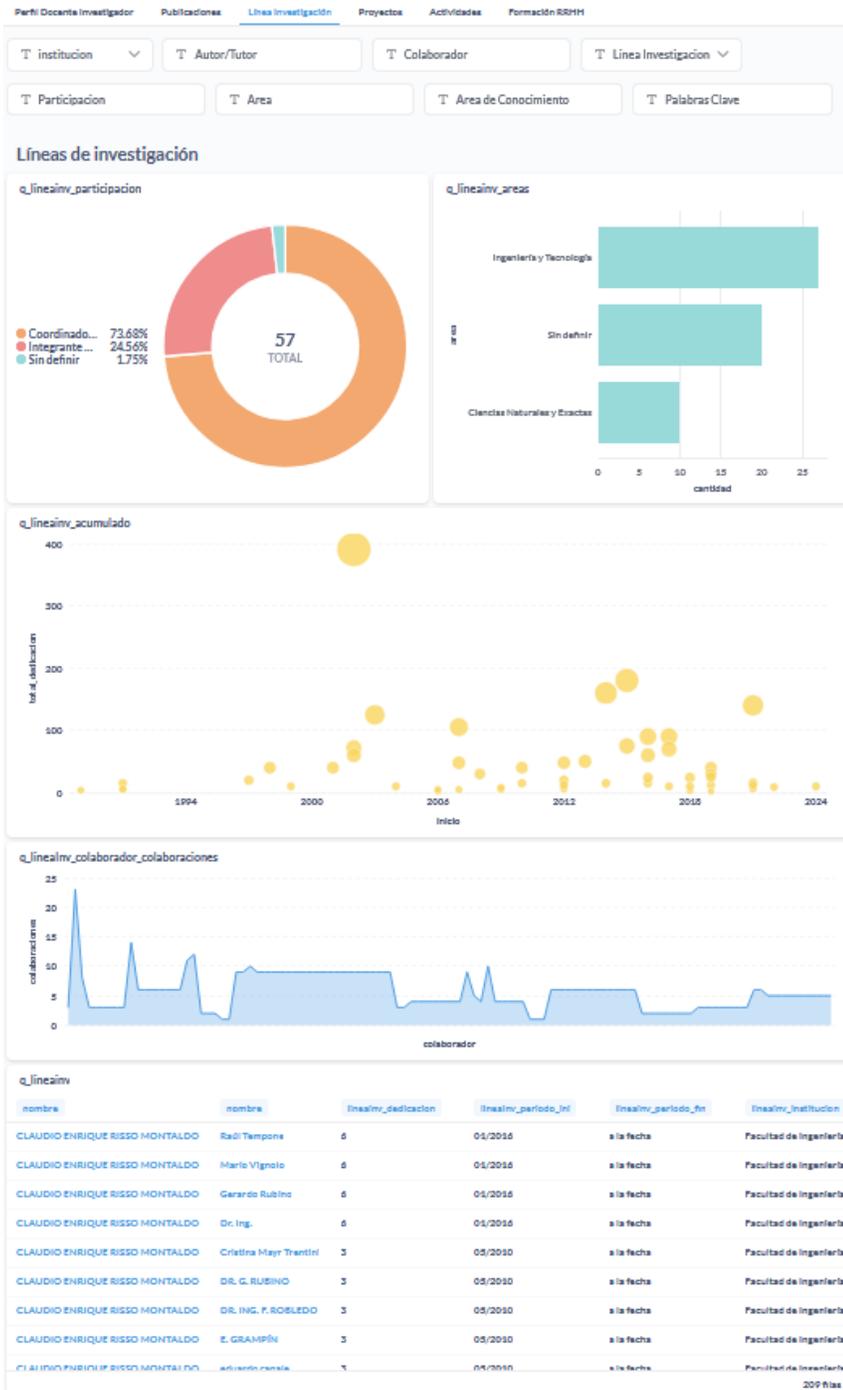


Figura 7.10: Tablero Línea de Investigación

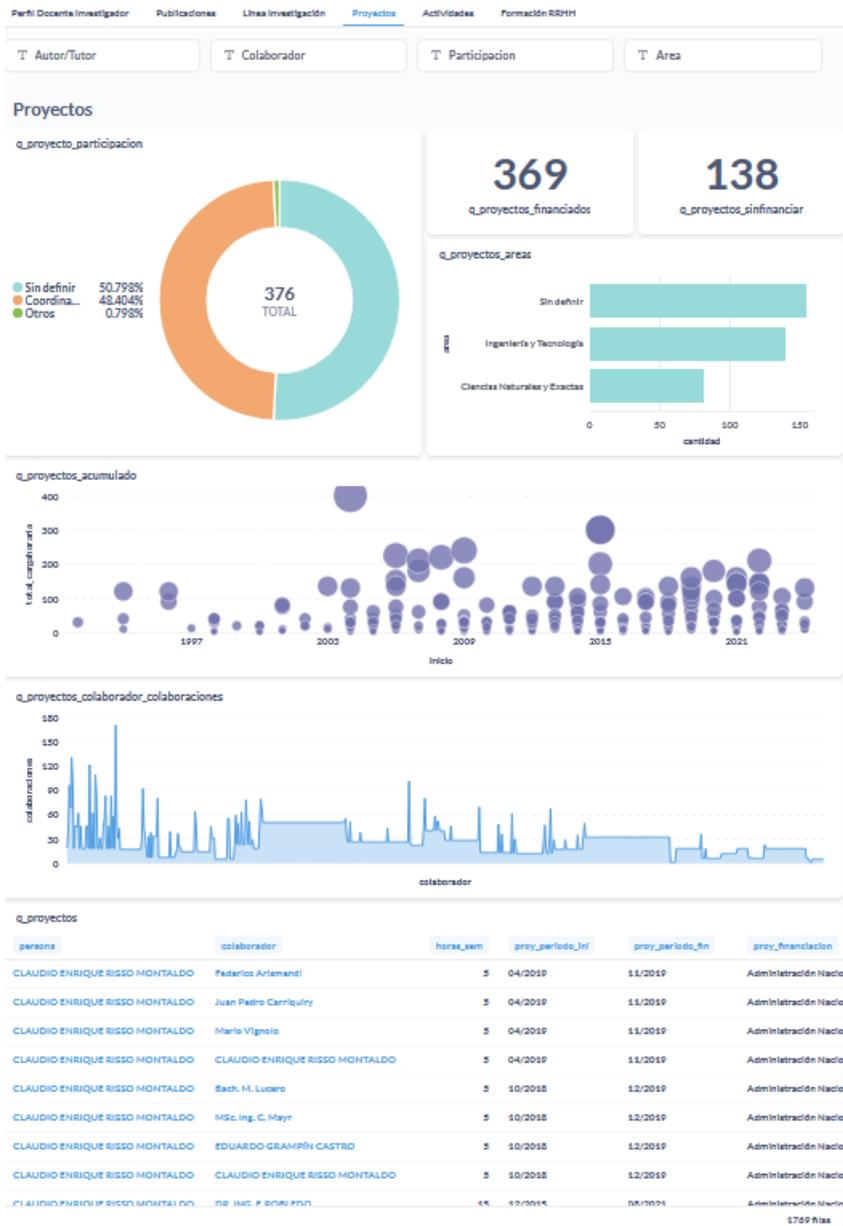


Figura 7.11: Tablero Proyectos

Perfil Docente Investigador Publicaciones Línea Investigación Proyectos **Actividades** Formación RRHH

T Institución T Autor/Tutor T Área de Conocimiento T Título

T Tipo Grado T Tipo de Asignatura T Rol Participación T Tipo Gestión

Actividad Docencia

q_actividadDocencia

nombre	doc_asig_nombre	doc_asig_tipo	doc_participacion	doc_tipo	doc_titulo
CLAUDIO ENRIQUE RISSO MONTALDO	Optimización Continua y Aplicaciones	Tedricio-Práctico	Responsable	Maestría	Maestría en Invest
CLAUDIO ENRIQUE RISSO MONTALDO	Teoría de Juegos Evolutivos	Tedricio	Responsable	Maestría	Maestría en Invest
CLAUDIO ENRIQUE RISSO MONTALDO	Optimización Aplicada	Tedricio-Práctico	Responsable	Especialización	Especialización en
CLAUDIO ENRIQUE RISSO MONTALDO	Metaheurística y Optimización sobre Redes	Tedricio-Práctico	Responsable	Maestría	Doctorado en Infor
CLAUDIO ENRIQUE RISSO MONTALDO	Introducción a la Investigación de Operaciones	Tedricio-Práctico	Asistente	Grado	Ingeniería en Com
ALFREDO VIOLA DEAMBROSIS	Criptografía	Tedricio-Práctico	Responsable	Grado	Ingeniería en Com
ALFREDO VIOLA DEAMBROSIS	Fundamentos de Criptografía	Tedricio-Práctico	Responsable	Maestría	Maestría en Segur

104 filas

Actividad Extensión

q_actividadExtension

nombre	ext_titulo	ext
ALFREDO VIOLA DEAMBROSIS	ANEP y Plan Ceibal	3
FACUNDO BENAVIDES OLIVERA	Ping Circular compostaje de residuos orgánicos (facilitador)	2
DANIEL CALGARI GARCÍA	Fundador e integrante del grupo de divulgación científica Bardo Científico	2
HÉCTOR CANCELA BOSI	FUNSA - modelos de programación del vulcanizado de neumáticos	2
LORENA ETCHEVERRY VENTURINI	Electrónica y Sociedad de la Información y del Conocimiento (AGESIC) y la Unidad Reguladora y de Control de Datos Personales (...)	2
LORENA ETCHEVERRY VENTURINI	2021. Luego de esa presentación surge la colaboración con el Dr. Clemens Neudecker de la Berlin State Library (Alemania). A com...	4
LORENA ETCHEVERRY VENTURINI	Desde hace 2017 la Facultad de Ingeniería de la Universidad de la República participa activamente de la conmemoración del Día d...	2
OMAR EDUARDO VIERA ZIPITRIA	Grupo de Gestión Integral de Riesgos	2
Dr. Ing.	Actividades de difusión y talleres con liceos y escuelas	1
DIEGO VILLERIB LIGUJANA	OTRA ACTIVIDAD TÉCNICO-CIENTÍFICA RELLEVANTE	1

10 filas

Actividad Gestión

q_actividadGestion

nombre	gest_titulo
CLAUDIO ENRIQUE RISSO MONTALDO	Integrante Comisión de Carrera "Ingeniería en Sistemas de Comunicación"
CLAUDIO ENRIQUE RISSO MONTALDO	Ingeniería Electrónica e Ingeniería de la Información / Ingeniería de Sistemas y Comunicaciones / Sistemas de Comunicación Mlem...
CLAUDIO ENRIQUE RISSO MONTALDO	Ingeniería Electrónica e Ingeniería de la Información / Ingeniería de Sistemas y Comunicaciones / Investigación de Operaciones CL...
CLAUDIO ENRIQUE RISSO MONTALDO	Jefe del Departamento de Investigación de Operaciones
ALFREDO VIOLA DEAMBROSIS	Director del grupo de Investigación de Algoritmos y Análisis de Algoritmos
FACUNDO BENAVIDES OLIVERA	Ingeniería Electrónica e Ingeniería de la Información / Ingeniería Eléctrica Ingeniería Electrónica e Ingeniería de la Información / In...
FACUNDO BENAVIDES OLIVERA	Comisión Proyectos Fin Carrera Ingeniería en Computación
FACUNDO BENAVIDES OLIVERA	Coordinador grupo MINA
FACUNDO BENAVIDES OLIVERA	Miembro del Claustro de Ping
FACUNDO BENAVIDES OLIVERA	Co-Responsable del Perfil Inteligencia Artificial de la Licenciatura en Computación (07/2016 - a la fecha) Instituto de Computació...
ALBERTO PARDO COSTA	Subcoordinador del eje temático Informática y Fundamentos del Instituto Franco-Uruguayo de Matemática (IFUMI) (UdelaR-CHRES)

58 filas

Figura 7.12: Tablero Actividades

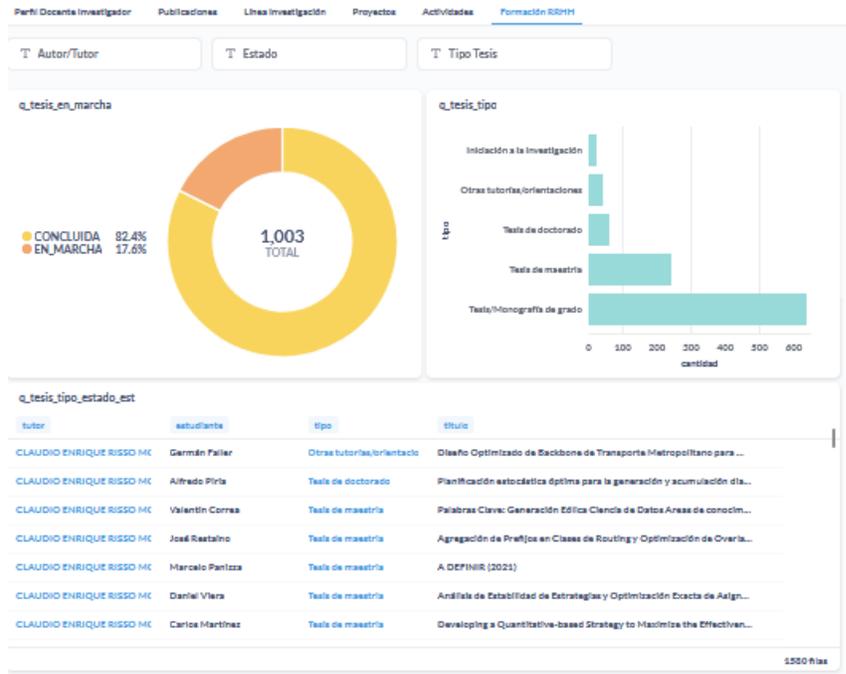


Figura 7.13: Tablero Tesis

7.3. Análisis de Datos

Se realizaron análisis de datos utilizando la herramienta *Neo4j*², ejecutada desde un contenedor Docker local. Una vez cargada la base de datos en el entorno, fue posible realizar consultas a través del lenguaje *Cypher*, diseñado específicamente para explorar estructuras de grafos y detectar relaciones entre entidades.

Camino mas corto entre dos personas: a partir del `id_per` de dos personas se calcula el camino mas corto.

Consulta Cypher:

```
MATCH p=shortestPath((a:ns0__persona {ns0__id_per:1394})-[*]-(b:ns0__persona {
  ns0__id_per:1}))
RETURN p;
```

Los resultados a la consulta se pueden observar que la personas `id_per1394` no se relaciona directamente con la persona `id_per1` pero la persona con `id_per69` colaboró en un artículo con la persona `id_per1394` y la persona `id_per1` colaboró con la persona `id_per69` en 2 proyectos.

²<https://neo4j.com/>

Persona A	Relación	Persona B
id_per1394	recibe colaboración en un artículo con	id_per69
id_per1	colaboró en 2 proyectos con	id_per69

Tabla 7.1: Relaciones indirectas entre personas

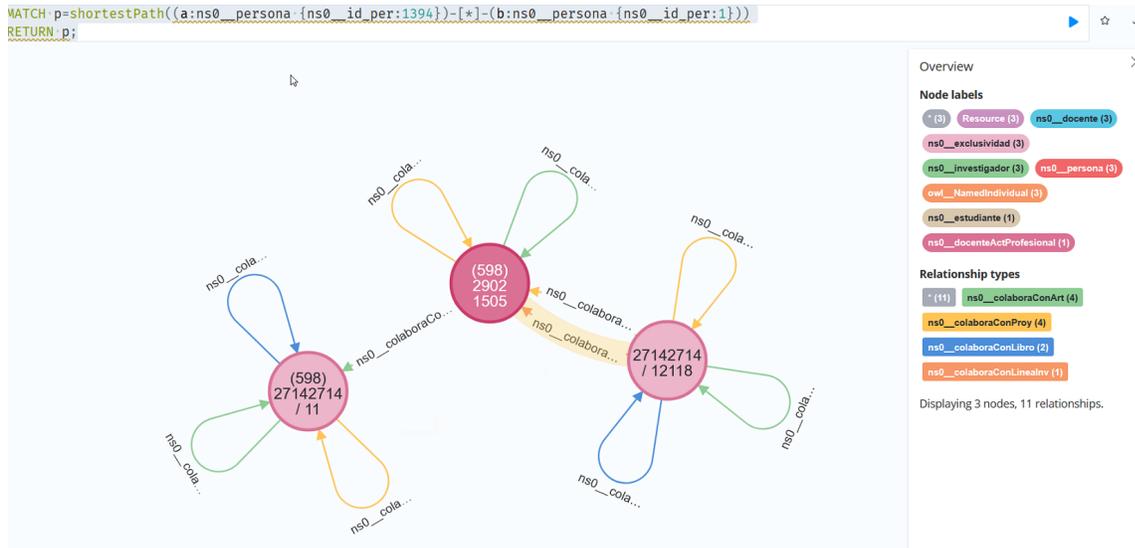


Figura 7.14: Caminos cortos entre dos personas

Relación entre una persona y los docentes: a partir del id_per devuelve con que docentes se relacione esa persona.

Consulta Cypher:

```
MATCH (a:ns0_persona {ns0_id_per: 69})-[r]-(b:ns0_docente)
RETURN a, r, b;
```

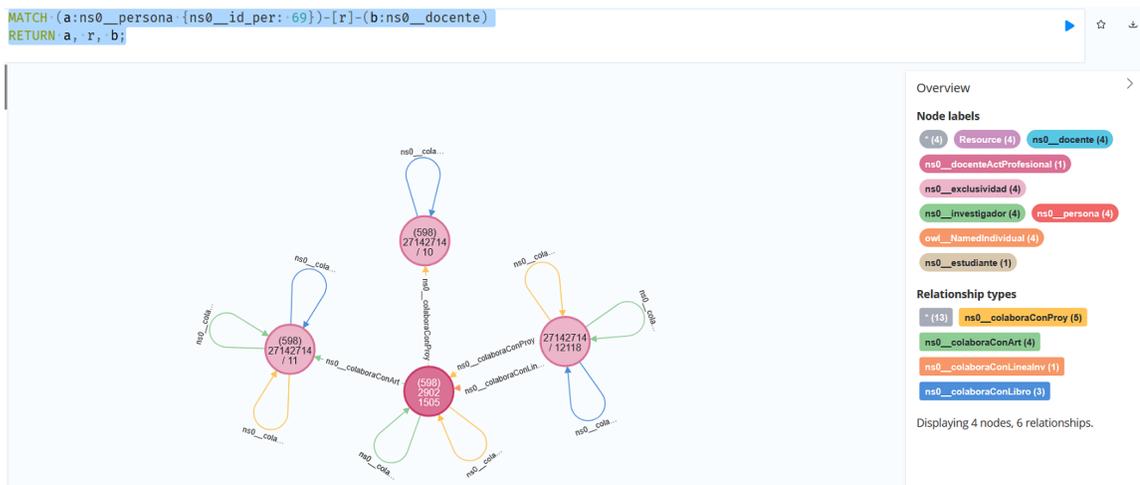


Figura 7.15: Relación Persona Docente

7.4. Evaluación de la ontología

Se realizó la evaluación de la ontología utilizando la herramienta *OOPs!* (OntOlogy Pitfall Scanner!)³, la cual permite identificar buenas prácticas y posibles errores comunes en el diseño ontológico. En la Figura 7.16 se muestra la salida generada por la herramienta, y a continuación se describen los *pitfalls* detectados durante el análisis, junto con su clasificación e impacto en la calidad del modelo.

³<https://oops.linkeddata.es/>

Pitfall	Casos	Importancia	Comentario
P08: Missing annotations	595 casos	Minor	La herramienta de validación detectó la falta de comentarios. Se comentaron las entidades principales.
P13: Inverse relationships not explicitly declared	27 casos	Minor	Si bien la herramienta de validación detectó la ausencia de propiedades inversas explícitas (owl:inverseOf) en algunas relaciones, se decidió no incorporarlas en esta versión de la ontología. Durante las pruebas, se observó que su inclusión afectaba la lógica de propagación de ciertas relaciones, particularmente en los vínculos de colaboración.
P22: Using different naming conventions in the ontology	Ontología*	Minor	Esto no impacta en el comportamiento semántico ni en las consultas sobre la ontología.
P36: URI contains file extension	Ontología*	Minor	Ajustar las URIs eliminando extensiones como '.owl' o '.rdf'.
<i>Nota: Todos los "Minor" son sugerencias de mejora y no afectan la consistencia lógica de la ontología.</i>			

Tabla 7.2: Evaluación de la ontología según tipos de *pitfalls* detectados

Evaluation results

There are three levels of importance in pitfalls according to their impact on the ontology:

- **Critical** It is crucial to correct the pitfall. Otherwise, it could affect the ontology consistency, reasoning, applicability, etc.
- **Important** Though not critical for ontology function, it is important to correct this type of pitfall.
- **Minor** It is not really a problem, but by correcting it we will make the ontology nicer.

Pitfalls detected:

Results for P08: Missing annotations.	595 cases	Minor
Results for P13: Inverse relationships not explicitly declared.	27 cases	Minor
Results for P22: Using different naming conventions in the ontology.	Ontology*	Minor
Results for P36: URI contains file extension.	Ontology*	Minor

Suggestions or warnings:

SUGGESTION: symmetric or transitive object properties| 4 cases



Figura 7.16: Salida evaluación oops!

Capítulo 8

Conclusiones y Trabajos Futuros

En el presente capítulo se presentan conclusiones del proyecto, los resultados que se lograron alcanzar y las mejoras y trabajos a futuro que se podrían realizar.

8.1. Logros

Este proyecto tuvo como objetivo principal el desarrollo de una herramienta basada en ontologías, orientada a la representación estructurada de la información de los docentes investigadores de la [UdelaR](#).

Uno de los primeros logros alcanzados fue el diseño y construcción de la ontología ODIUdelaR, desarrollada a partir de un relevamiento y reuniones con expertos en el dominio. Se utilizó la metodología METHONTOLOGY ([Fernández-López y cols., 1997](#)), cuyo uso se describe en detalle en el Capítulo 4, a partir de la Sección 4.3. Este proceso se llevó adelante con la colaboración de la tutora del proyecto como experta en el dominio de la ontología.

Esta ontología permite categorizar a las personas (docentes, investigadores y estudiantes), sus formaciones académicas, actividades (docencia, extensión, gestión, líneas de investigación, proyectos), así como sus producciones científicas (artículos publicados, libros) y vínculos con otras instituciones y programas como el SNI.

Otro resultado relevante fue el desarrollo de un extractor de datos en Node.js, se describe en detalle en Capítulo 5, a partir de la Sección 5.1. Es capaz de extraer información desde archivos PDF del CVUy y estructurarla en una base de datos relacional. Esta solución permitió superar las limitaciones de acceso a fuentes de datos inicialmente previstas, garantizando así una fuente confiable y con un nivel adecuado para alimentar la ontología.

Se realizó la carga de los datos almacenados en la base de datos relacional en la Ontología ODIUdelaR mediante el uso de la herramienta [Ontop](#) que es un complemento de Protégé en el cual se definen los mapeos necesarios para la carga, en el Capítulo 6 se detallan los mapeos.

Se evaluó la calidad de la ontología mediante la herramienta [Ontology Pitfall Scanner! \(OOPS!\)](#), permitiendo identificar y corregir potenciales deficiencias estructurales. Esta validación garantiza que el modelo desarrollado se adhiere a buenas prácticas de modelado ontológico.

Para almacenar la información de la ontología se utilizó la herramienta *Ontotext GraphDB*. Posteriormente, se desarrolló un proceso en Node.js que realiza consultas SPARQL sobre el repositorio

semántico y transforma los resultados para almacenarlos en una base de datos relacional. Esto permitió acceder a la información desde *Metabase*, facilitando así la generación de tableros.

8.2. Conclusiones

Los logros obtenidos en este proyecto nos permiten concluir que el uso de ontologías constituye una herramienta adecuada para el tratamiento de la información referente a los docentes investigadores de la [UdelaR](#). Permite definir claramente los conceptos del dominio y las relaciones entre estos. Además, el uso de reglas semánticas y razonadores sobre la ontología permite inferir nuevo conocimiento a partir de los datos existentes, enriqueciendo la base de información sin necesidad de incorporar datos manualmente. Combinadas con procesos de extracción automática y herramientas de visualización, estas tecnologías demuestran ser una solución viable y escalable para el análisis y gestión de información académica.

También se comprobó que, a pesar de las limitaciones iniciales en el acceso a fuentes de datos, fue posible desarrollar un sistema funcional mediante procesos de extracción automatizados, garantizando integridad, calidad y reutilización de la información.

Este trabajo sienta las bases para el desarrollo de soluciones incorporando el uso de ontologías. La ontología ODIUdelaR, además de representar el dominio de forma explícita y estructurada, permite establecer mecanismos de inferencia que amplían las posibilidades de análisis sobre la actividad de los docentes investigadores y sus redes de contactos.

El uso de ontologías en sistemas de información permite integrar datos provenientes de fuentes heterogéneas, estandarizar vocabulario y relaciones dentro del dominio, y fomentar la interoperabilidad semántica entre distintos sistemas o plataformas. También, al incorporar reglas semánticas y razonadores, se habilita la generación automática de conocimiento nuevo, potenciando la capacidad analítica del sistema sin necesidad de aumentar el volumen de datos ingresados.

Trabajos Futuros

A partir del desarrollo realizado, se identifican varias líneas de trabajo que se pueden incorporar para trabajos futuros:

- **Automatización del proceso de actualización de datos:** Actualmente, la extracción de información desde los archivos PDF del CVUy es un proceso puntual. Como trabajo futuro, se propone automatizar este proceso para que los datos se mantengan actualizados periódicamente.
- **Integración con otras fuentes de datos:** Incorporar información proveniente de fuentes adicionales como la [CSIC](#), bases bibliográficas o sistemas institucionales, lo que ampliaría la completitud y profundidad de la base de conocimiento.
- **Desarrollo de un sistema web de consulta:** Crear una interfaz web amigable que permita a los usuarios consultar la información almacenada en la ontología de forma intuitiva, complementando el uso de *Metabase* con opciones de navegación semántica.
- **Evaluación de usabilidad con usuarios reales:** Realizar estudios con usuarios finales (como personal administrativo, docentes o autoridades universitarias) para evaluar la utilidad práctica del sistema, su comprensión y sugerencias de mejora.

- **Estandarización de la ontología:** Luego de la etapa de formalización del desarrollo de la ontología se planteo la posibilidad de usar metadatos estandard como Dublin Core o Person para la representación de las Producciones y las personas. Cuando no tuvimos acceso a la API para obtener los [CVUy](#) esta posibilidad fue dejada en suspenso pues con los datos que se obtienen de los [PDF](#) la gran mayoría de los campos de estos metadatos quedarían vacíos. La futura incorporación de estos metadatos a la ontología implicaría un mejora de la misma.

Referencias

- Chaudhri, V. K., Farquhar, A., Fikes, R., Karp, P. D., y Rice, J. P. (1998). Open knowledge base connectivity 2.0. *Knowledge Systems Laboratory*.
- Corcho, O., Fernández-López, M., Gómez-Pérez, A., y López-Cima, A. (2005, 02). Building legal ontologies with methontology and webode. En *Law and the semantic web : Legal ontologies, methodologies, legal information retrieval, and applications* (pp. 142–157). Springer. Descargado de <https://oa.upm.es/2636/> (Ontology Engineering Group - OEG)
- de la República, U. (2021). *Estatuto docente*. Descargado de https://www.udelar.edu.uy/estatuto_docente
- de Uruguay, G. (1958). Ley orgánica de la universidad de la república n° 12.549. *UdelaR*, 549.
- Falessi, D., Cantone, G., Kazman, R., y Kruchten, P. (2011, octubre). Decision-making techniques for software architecture design: A comparative survey. *ACM Comput. Surv.*, 43(4). Descargado de <https://doi.org/10.1145/1978802.1978812> doi: 10.1145/1978802.1978812
- FARQUHAR, A., FIKES, R., y RICE, J. (1997, 06). The ontolingua server. *Int. J. Hum.-Comput. Stud.*, 46(6), 707–727. Descargado de <https://doi.org/10.1006/ijhc.1996.0121> doi: 10.1006/ijhc.1996.0121
- Fernández-López, M., Gomez-Perez, A., y Juristo, N. (1997, 03). Methontology: from ontological art towards ontological engineering. *Engineering Workshop on Ontological Engineering (AAAI97)*.
- Gruber, T. R. (1993). A translation approach to portable ontology specifications. *Knowledge Acquisition*, 5(2), 199–220.
- Guzmán Luna, J. A., López Bonilla, M., y Durley Torres, I. (2012). Metodologías y métodos para la construcción de ontologías. *Scientia Et Technica*.
- Natalia Aguirre-Ligüera, V. C., Leticia Gambetta. (2019). *La investigación en la facultad de información y comunicación - un análisis de su producción académica* (Inf. Téc.). Facultad de Información y Comunicación.
- Sampieri, R. H., Collado, C. F., y Lucio, M. M. (2016). Metodología de la investigación. En *Metodología de la investigación* (p. 4). McGraw-Hill.
- Uschold, M., y Gruninger, M. (1996). Ontologies: principles, methods and applications. *Knowledge Engineering Review*, 11(2), 93-136. doi: 10.1017/S0269888900007797

Anexo A

Glosario de Términos

A.1. Glosario de Términos

Tabla A.1: Glosario de términos ODIUdelaR.

Nombre	Sinónimo	Acrónimo	Descripción	Referencia	Tipo
Persona			Persona física	Relevamiento propio	Concepto
Docente			Personas que ocupan cargos docentes en efectividad o de forma interina.	Estatuto docente	Concepto
Estudiante			Persona que tiene Formación RRHH como estudiante y no como tutor.	Relevamiento propio	Concepto
Investigador	SNI, Activo, Asociado, Emérito		Un investigador para la UdelaR es una Persona que tiene un Cargo Docente UdelaR de Grado 2 o superior y que realiza Publicaciones. Puede ser un investigador del SNI, DT o ambos. La suma de horas de todas las Actividades del investigador no debe superar las 60 horas. Un investigador en etapas iniciales está comenzando su primera investigación, por ejemplo, Tesis de Maestría o Doctorado.	Relevamiento propio	Concepto
Sistema Nacional de Investigadores		SNI	El Sistema Nacional de Investigadores promueve, mediante evaluación periódica, la categorización y el incentivo económico de los investigadores, la producción de conocimiento, transversal a todas las áreas, y el fortalecimiento y la expansión de la comunidad científica nacional.	Relevamiento propio	Concepto
Investigador activo	SNI Activo		El investigador debe acreditar el desarrollo de tareas de investigación, desarrollo científico, tecnológico y/o de innovación en el país. El investigador debe tener residencia en el país.	SNI	Concepto
Investigador asociado	SNI Asociado		El investigador de méritos equivalentes a los Investigadores Activos, pero residentes fuera del país, los que en ningún caso tendrán derecho a los beneficios económicos del SNI.	SNI	Concepto
Investigador emérito	SNI Emérito		La Comisión Honoraria podrá distinguir a quien haya fungido en el nivel máximo del SNI., con el carácter de Investigador Emérito del S.N.I., en forma vitalicia.	SNI	Concepto

Continúa en la siguiente página

Nombre	Sinónimo	Acrónimo	Descripción	Referencia	Tipo
Cargo		G1, G2, G3, G4, G5	Cargo que tiene una Persona en la UdelaR. Los Cargos posibles son: Ayudante, Asistente, Adjunto, Profesor Agregado, Profesor Titular		Atributo
Grado 1	Ayudante		Docente en formación, estudiante. El docente grado 1 actuará siempre bajo la dirección de docentes de grado superior, asistiendo a grupos pequeños de estudiantes. Podrá desempeñar además las otras funciones docentes especificadas en el art. 1o del Estatuto del Personal Docente, siempre que estas estén orientadas fundamentalmente hacia su propia formación.	Estatuto Docente	Concepto
Grado 2	Asistente		Docente Grado 2. Se ejercerán sobre todo tareas de colaboración, orientadas hacia la formación del docente, pero, a diferencia del grado 1, se requerirán conocimientos profundos en uno o más aspectos de la disciplina. Se procurará encomendar al docente tareas que requieran iniciativa, responsabilidad y realizaciones personales	Estatuto Docente	Concepto
Grado 3	Profesor Adjunto		Docente Grado 3. Este grado se distinguirá de los precedentes en que el desempeño del cargo implica, al menos parcialmente, investigación u otras formas de creación original. Podrá encomendarse ocasionalmente la orientación de otros docentes, así como funciones limitadas de dirección. A partir de este grado, inclusive, se exigirá una alta dedicación horaria.	Estatuto Docente	Concepto

Continúa en la siguiente página

Nombre	Sinónimo	Acrónimo	Descripción	Referencia	Tipo
Grado 4	Profesor Agregado		Docente Grado 4. Con cometidos docentes equivalentes a los del grado 5: enseñanza en todos sus aspectos, investigación u otras formas de creación original y extensión. Se distingue también del grado precedente porque las funciones de orientación de las tareas de enseñanza e investigación pasan a ser de carácter normal. El docente de grado 4 será responsable de la formación y superación del personal docente a su cargo. Tendrá cometidos de dirección en aspectos restringidos, de acuerdo con la organización de la dependencia en que actúe.	Estatuto Docente	Concepto
Grado 5	Profesor Titular		Docente Grado 5. Además de significar la culminación de los diversos aspectos de la estructura docente, este grado se distingue por corresponderle la máxima responsabilidad, individual o colectiva de las funciones de dirección, orientación y planeamiento de las actividades generales del servicio. La presente Ordenanza se aplicará también en las Escuelas Universitarias dependientes del Consejo Directivo Central y de los Consejos de las Facultades o Institutos asimilados a Facultad.	Estatuto Docente	Concepto
Institución			Institución pública o privada, nacional o extranjera.	Relevamiento propio	Concepto
Dedicación total		DT	Docente investigador con dedicación exclusiva al plan que presentó, tiene que involucrar alguna actividad de investigación. Si no involucra actividades de investigación no es una DT.	Relevamiento propio	Concepto
Idioma			Idiomas que tienen conocimiento la persona	Relevamiento propio	Concepto
Extensión Horaria			Horas adicionales que puede tener un docente en un cargo determinado	Formulario FIC	Atributo
Carreras de postgrado			Estudios que habilitan la obtención de Títulos o Diplomas que requieren que el alumno deberá ser Graduado universitario	Ordenanza CAP	Atributo
Graduado universitario			Alguien que haya terminado estudios universitarios.	Ordenanza CAP, CVUy	Atributo

Continúa en la siguiente página

Nombre	Sinónimo	Acrónimo	Descripción	Referencia	Tipo
Formación Académica			Formación académica del Investigador (Maestría, Académica).	Relevamiento propio, CVUy	Concepto
Formación Complementaria			Formación complementaria del Investigador.	Relevamiento propio, CVUy	Concepto
Investigación	Congresos, Coloquios, Jornadas, Creaciones Artísticas, Tesis		Actividades de investigación que puede haber realizado el docente	Formulario FIC	Concepto
Convenio			Convenios en los cuales tiene participación el investigador	Relevamiento propio	Concepto
Formación RRHH			Participación del Investigador en una Institución como Orientador o Supervisor de una Tutoría.	Relevamiento propio, CVUy	Concepto
Producción			Actividades de investigación que puede haber realizado el docente.	Relevamiento propio	Concepto
Libros			Libros publicados, puede ser la su autoría o coautor	Relevamiento propio, CVUy	Concepto
Artículos			Artículos publicados por el investigador. Los Artículos pueden ser de revistas indexadas o conferencias indexadas	Relevamiento propio	Concepto
Financiación			Becas, Apoyo financiero, Remuneraciones, cooperación, otro tipo de financiación.	Relevamiento propio	Atributo
Actividad	Comisiones, Cogobierno, Gestión, Extensión, Enseñanza		Actividades realizadas como actividad profesional en una institución en un periodo determinado	Relevamiento propio, Formulario FIC, CVUy	Concepto
Docencia			Persona que realiza actividades de docencia	Relevamiento propio, CVUy	Concepto
Extensión			Personas docentes que realizan actividades de extensión	Relevamiento propio, CVUy	Concepto
Gestión			Personas, docentes que realizan actividades de gestión académica	Relevamiento propio, CVUy	Concepto
Linea de investigación			Idiomas que tienen conocimiento la persona	Relevamiento propio	Concepto
Área de Actuación			Ciencias Naturales y Exactas, Ingeniería y Tecnología, Ciencias Médicas y Salud, Ciencias Agrícolas, Ciencias Sociales, Humanidades	CVUy	Concepto
Realiza actividades de gestión	actividadGestión		Relación que indica que una persona realiza o realizo alguna actividad de gestión	Relevamiento propio	Relación
Realiza actividades de docencia	actividadDocencia		Relación que indica que un docente realiza o realizo alguna actividad de docencia	Relevamiento propio	Relación
Realiza actividades de extensión	actividadExtension		Relación que indica que una persona realiza o realizo alguna actividad de extensión	Relevamiento propio	Relación

Continúa en la siguiente página

Nombre	Sinónimo	Acrónimo	Descripción	Referencia	Tipo
Autor de artículos científicos	autorDeArtPub		Relación que indica que una persona es autora de un artículo científico dado	Relevamiento propio	Relación
Autor de libros	autorDeLibro		Relación que indica que una persona es autora de un libro dado	Relevamiento propio	Relación
Coautor de libros	coautorDeLibro		Relación que indica que una persona es coautora de un libro dado	Relevamiento propio	Relación
Coautor de artículos científicos	coautorDeArtPub		Relación que indica que una persona es coautora de un artículo científico dado	Relevamiento propio	Relación
Participación en proyectos	ParticipaProyecto		Relación que indica los proyectos en los que participo una persona	Relevamiento propio	Relación
Persona vinculada al SNI	perteneceSNI		Relación que indica que una persona esta categorizada por el SNI, se indica ademas de la categoría un nivel	Relevamiento propio	Relación

Anexo B

Taxonomía de Conceptos

B.1. Taxonomía de Conceptos

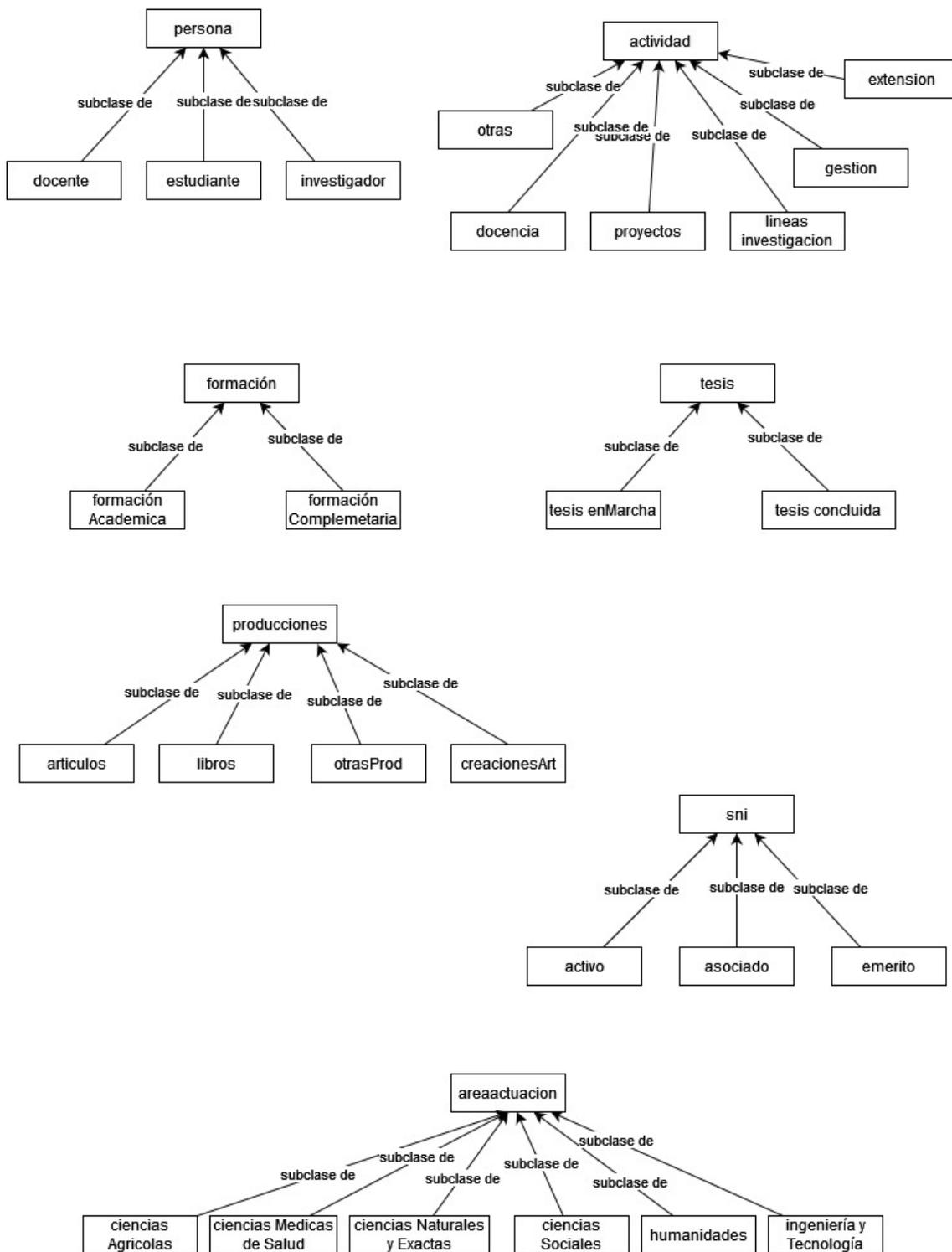


Figura B.1: Taxonomía de conceptos de la ODIUdelaR.

Anexo C

Diagrama de Relaciones Binarias

C.1. Diagrama de Relaciones Binarias

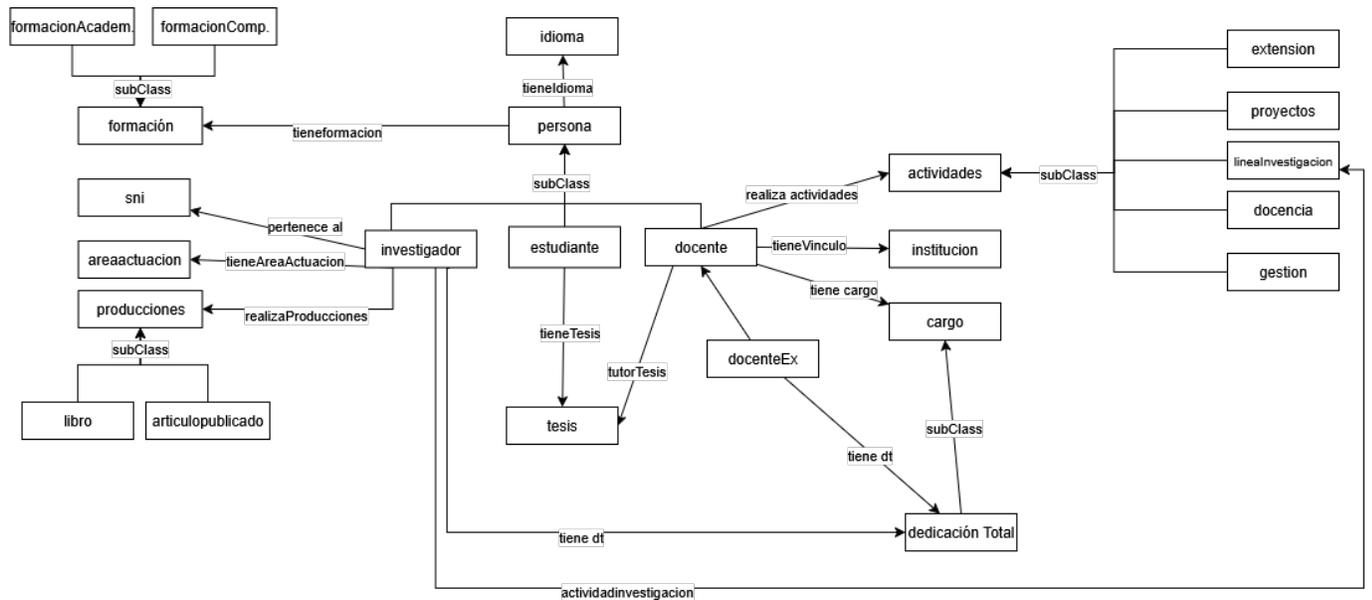


Figura C.1: Diagrama de relaciones de la ODIUdelaR.

Anexo D

Diccionario de conceptos

D.1. Diccionario de conceptos

Tabla D.1: Diccionario de conceptos ODIUdelaR.

Concepto	Instancia	Atributo de clase	Atributo de instancia	Relaciones
persona				tiene formación, tiene idioma
investigador				pertenece al Sni, tiene dedicacion total y actividades de investigacion, realiza producciones
docente				tutor de Tesis , realiza actividad, tiene institucion, tiene cargo, tutor de Tesis.
estudiante				realiza tesis y su estado es en marcha.
actividad				
área actuación				
formación				
formacion RRHH				
idioma				
cargo				
institución				
producciones				
sni				

Anexo E

Relaciones Binarias

E.1. Relaciones binarias

Tabla E.1: Relaciones binarias ODIUdelaR.

Nombre relación	Concepto Origen	Card.	Concepto Destino
actividad docente	docente	1:N	docencia
actividad extensión	docente	1:N	extensión
actividad gestión	docente	1:N	gestión
actividad línea investigación	docente	1:N	líneas investigación
actividad proyectos	docente	1:N	proyectos
autor de art. pub.	investigador	1:N	artículos publicados
coautor de art. pub.	persona	1:N	artículos publicados
autor de libro	investigador	1:N	libros
coautor de libro	persona	1:N	libros
participa en proyecto	docente	1:N	proyectos
pertenece al SNI	investigador	1:N	SNI
tiene área actuación	investigador	1:N	área actuación
tiene dedicación total	investigador	1:N	dedicación total
tiene formación académica	persona	1:N	formación académica
tiene formación complementaria	persona	1:N	formación complementaria
tiene idioma	persona	1:N	idioma
tiene tesis	estudiante	1:N	formación RRHH
tutor de tesis	docente	N:M	formación RRHH
tiene cargo	docente	1:N	institución cargo
tiene institución ppal	docente	1:N	institución principal
colabora con artículo	persona	N:M	persona

Continúa en la siguiente página

Nombre relación	Concepto Origen	Card.	Concepto Destino
colabora con libro	persona	N:M	persona
colabora con proyecto	persona	N:M	persona
colabora con línea de investigación	persona	N:M	persona

Anexo F

Atributos de instancia

F.1. Atributos de instancia

Tabla F.1: Atributos de instancia ODIUdelaR.

Atributo instancia	Concepto	Tipo	Rango	Card.
aact_area_area	area actuacion	cadena	-	(1,1)
aact_area_disciplina	area actuacion	cadena	-	(1,1)
aact_area_area	area actuacion	cadena	-	(1,1)
aact_area_especialidad	area actuacion	cadena	-	(1,1)
aact_area_subareas	area actuacion	cadena	-	(1,1)
aact_area_id	area actuacion	entero	1..	-
aact_id_per	area actuacion	entero	1..	-
artpub_actuacion_area	articulo publicados	cadena	-	(1,1)
artpub_actuacion_disciplina	articulos publicados	cadena	-	(1,1)
artpub_actuacion_especialidad	articulos publicados	cadena	-	(1,1)
artpub_actuacion_subarea	articulos publicados	cadena	-	(1,1)
artpub_areaconocimiento	articulos publicados	cadena	-	(1,1)
artpub_coautor	articulos publicados	cadena	-	(1,1)
artpub_doi	articulos publicados	cadena	-	(1,1)
artpub_fasciculo	articulos publicados	cadena	-	(1,1)

Continúa en la siguiente página

Atributo instancia	Concepto	Tipo	Rango	Card.
artpub_id_coautor	articulos publicados	entero	1..	-
artpub_id_per	articulos publicados	entero	1..	-
artpub_issn_isbn	articulos publicados	cadena	-	(1,1)
artpub_lugarpublicacion	articulos publicados	cadena	-	(1,1)
artpub_medioidivulgacion	articulos publicados	cadena	-	(1,1)
artpub_pagfinal	articulos publicados	cadena	-	(1,1)
artpub_paginicial	articulos publicados	cadena	-	(1,1)
artpub_palabra_clave	articulos publicados	cadena	-	(1,1)
artpub_revista	articulos publicados	cadena	-	(1,1)
artpub_serie	articulos publicados	cadena	-	(1,1)
artpub_sitioweb	articulos publicados	cadena	-	(1,1)
artpub_tipo	articulos publicados	cadena	-	(1,1)
artpub_titulo	articulos publicados	cadena	-	(1,1)
artpub_volumen	articulos publicados	cadena	-	(1,1)
doc_actuacion_area	docencia	cadena	-	(1,1)
doc_actuacion_disciplina	docencia	cadena	-	(1,1)
doc_actuacion_especialidad	docencia	cadena	-	(1,1)
doc_actuacion_subarea	docencia	cadena	-	(1,1)
doc_areaconocimiento	docencia	cadena	-	(1,1)
doc_asig_horas	docencia	cadena	-	(1,1)
doc_asig_id	docencia	cadena	-	(1,1)
doc_asig_nombre	docencia	cadena	-	(1,1)
doc_asig_tipo	docencia	cadena	-	(1,1)
doc_asig_titulo	docencia	cadena	-	(1,1)
doc_id_per	docencia	entero	1..	-
doc_institucion	docencia	cadena	-	(1,1)
doc_participacion	docencia	cadena	-	(1,1)
doc_periodo_fin	docencia	cadena	-	(1,1)
doc_periodo_ini	docencia	cadena	-	(1,1)

Continúa en la siguiente página

Atributo instancia	Concepto	Tipo	Rango	Card.
doc_sector	docencia	cadena	-	(1,1)
doc_tipo	docencia	cadena	-	(1,1)
doc_titulo	docencia	cadena	-	(1,1)
ext_actuacion_area	extension	cadena	-	(1,1)
ext_actuacion_disciplina	extension	cadena	-	(1,1)
ext_actuacion_especialidad	extension	cadena	-	(1,1)
ext_actuacion_subarea	extension	cadena	-	(1,1)
ext_areaconocimiento	extension	cadena	-	(1,1)
ext_cargahoraria	extension	cadena	-	(1,1)
ext_disciplina	extension	cadena	-	(1,1)
ext_id_per	extension	entero	1..	-
ext_institucion	extension	cadena	-	(1,1)
ext_periodo_fin	extension	cadena	-	(1,1)
ext_periodo_ini	extension	cadena	-	(1,1)
ext_sector	extension	cadena	-	(1,1)
ext_titulo	extension	cadena	-	(1,1)
ext_vinculo	extension	cadena	-	(1,1)
fa_actuacion_especialidad	formacion Academica	cadena	-	(1,1)
fa_actuacion_subarea	formacion Academica	cadena	-	(1,1)
fa_areaconocimiento	formacion Academica	cadena	-	(1,1)
fa_carrera	formacion Academica	cadena	-	(1,1)
fa_carrera_fin	formacion Academica	cadena	-	(1,1)
fa_carrera_ini	formacion Academica	cadena	-	(1,1)
fa_estado	formacion Academica	cadena	-	(1,1)
fa_financiacion	formacion Academica	cadena	-	(1,1)
fa_grado	formacion Academica	cadena	-	(1,1)
fa_id_per	formacion Academica	entero	1..	-
fa_institucion	formacion Academica	cadena	-	(1,1)
fa_obtenciontitulo	formacion Academica	cadena	-	(1,1)
fa_palabra_clave	formacion Academica	cadena	-	(1,1)

Continúa en la siguiente página

Atributo instancia	Concepto	Tipo	Rango	Card.
fa_sitioweb	formacion Académica	cadena	-	(1,1)
fa_tutor	formacion Académica	cadena	-	(1,1)
fc_actuacion_area	formacion Complementaria	cadena	-	(1,1)
fc_actuacion_disciplina	formacion Complementaria	cadena	-	(1,1)
fc_actuacion_especialidad	formacion Complementaria	cadena	-	(1,1)
fc_actuacion_subarea	formacion Complementaria	cadena	-	(1,1)
fc_areaconocimiento	formacion Complementaria	cadena	-	(1,1)
fc_estado	formacion Complementaria	cadena	-	(1,1)
fc_horas	formacion Complementaria	cadena	-	(1,1)
fc_id_per	formacion Complementaria	entero	1..	-
fc_institucion	formacion Complementaria	cadena	-	(1,1)
fc_nombre	formacion Complementaria	cadena	-	(1,1)
fc_palabra_clave	formacion Complementaria	cadena	-	(1,1)
fc_tipo	formacion Complementaria	cadena	-	(1,1)
gest_actuacion_area	gestion	cadena	-	(1,1)
gest_actuacion_disciplina	gestion	cadena	-	(1,1)
gest_actuacion_especialidad	gestion	cadena	-	(1,1)
gest_actuacion_subarea	gestion	cadena	-	(1,1)
gest_areaconocimiento	gestion	cadena	-	(1,1)
gest_cargahoraria	gestion	cadena	-	(1,1)
gest_disciplina	gestion	cadena	-	(1,1)
gest_id_per	gestion	entero	1..	-
gest_institucion	gestion	cadena	-	(1,1)
gest_periodo_fin	gestion	cadena	-	(1,1)
gest_periodo_ini	gestion	cadena	-	(1,1)
gest_sector	gestion	cadena	-	(1,1)
gest_tipogestion	gestion	cadena	-	(1,1)
gest_titulo	gestion	cadena	-	(1,1)
id_docencia	docencia	entero	1..	-

Continúa en la siguiente página

Atributo instancia	Concepto	Tipo	Rango	Card.
id_extension	extension	entero	1..	-
id_gestion	gestion	entero	1..	-
id_linea_investigacion	linea investigacion	entero	1..	-
id_per	persona	entero	1..	-
id_sni	sni	entero	1..	-
id_vinculo	vinculo institucional	entero	1..	-
idareaaact	gestion	entero	1..	-
idartpub	articulos publicados	entero	1..	-
idfa	formacion Academica	entero	1..	-
idfc	formacion Complementaria	entero	1..	-
idioma	idioma	entero	1..	-
idioma_entiende	idioma	cadena	-	(1,1)
idioma_escribe	idioma	cadena	-	(1,1)
idioma_habla	idioma	cadena	-	(1,1)
idioma_id	idioma	cadena	-	(1,1)
idioma_id_per	idioma	entero	1..	-
idioma_lee	idioma	cadena	-	(1,1)
idioma_nombre	idioma	cadena	-	(1,1)
idLibro	libros	entero	1..	-
idTesis	formacion RRHH	entero	1..	-
libro_actuacion_area	libros	cadena	-	(1,1)
libro_actuacion_disciplina	libros	cadena	-	(1,1)
libro_actuacion_especialidad	libros	cadena	-	(1,1)
libro_actuacion_subarea	libros	cadena	-	(1,1)
libro_areaconocimiento	libros	cadena	-	(1,1)
libro_capitulos	libros	cadena	-	(1,1)
libro_coautor	libros	cadena	-	(1,1)
libro_doi	libros	cadena	-	(1,1)
libro_edicion	libros	cadena	-	(1,1)
libro_id	libros	entero	1..	-
libro_id_coautor	libros	entero	1..	-
libro_id_per	libros	entero	1..	-
libro_issn_isbn	libros	cadena	-	(1,1)
libro_mediodivulgacion	libros	cadena	-	(1,1)
libro_organizadores	libros	cadena	-	(1,1)
libro_pagfinal	libros	cadena	-	(1,1)
libro_paginicial	libros	cadena	-	(1,1)
libro_palabra_clave	libros	cadena	-	(1,1)

Continúa en la siguiente página

Atributo instancia	Concepto	Tipo	Rango	Card.
libro_tipopublicacion	libros	cadena	-	(1,1)
libro_titulo	libros	cadena	-	(1,1)
libro_volumen	libros	cadena	-	(1,1)
lineainv_actuacion_area	lineas investigacion	cadena	-	(1,1)
lineainv_actuacion_disciplina	lineas investigacion	cadena	-	(1,1)
lineainv_actuacion_especialidad	lineas investigacion	cadena	-	(1,1)
lineainv_actuacion_subarea	lineas investigacion	cadena	-	(1,1)
lineainv_areaconocimiento	lineas investigacion	cadena	-	(1,1)
lineainv_categoria	lineas investigacion	cadena	-	(1,1)
lineainv_dedicacion	lineas investigacion	cadena	-	(1,1)
lineainv_id	lineas investigacion	entero	1..	-
lineainv_id_per	lineas investigacion	entero	1..	-
lineainv_institucion	lineas investigacion	cadena	-	(1,1)
lineainv_miembro_id	lineas investigacion	entero	1..	-
lineainv_miembro_nombre	lineas investigacion	cadena	-	(1,1)
lineainv_nombre	lineas investigacion	cadena	-	(1,1)
lineainv_palabrasclave	lineas investigacion	cadena	-	(1,1)
lineainv_periodo_fin	lineas investigacion	cadena	-	(1,1)
lineainv_periodo_ini	lineas investigacion	cadena	-	(1,1)
lineainv_sector	lineas investigacion	cadena	-	(1,1)
lineainv_tipo_participacion	lineas investigacion	cadena	-	(1,1)
per_email	persona	cadena	-	(1,1)
per_id	persona	entero	1..	-
per_instinst	persona	cadena	-	(1,1)
per_instppal	persona	cadena	-	(1,1)
per_instppal_direccion	persona	cadena	-	(1,1)
per_instppal_email	persona	cadena	-	(1,1)
per_instppal_pais	persona	cadena	-	(1,1)
per_instppal_sitioweb	persona	cadena	-	(1,1)
per_instppal_telefono	persona	cadena	-	(1,1)
per_nombre	persona	cadena	-	(1,1)
per_saludo	persona	cadena	-	(1,1)
proy_actuacion_area	proyectos	cadena	-	(1,1)
proy_actuacion_disciplina	proyectos	cadena	-	(1,1)
proy_actuacion_especialidad	proyectos	cadena	-	(1,1)
proy_actuacion_subarea	proyectos	cadena	-	(1,1)
proy_areaconocimiento	proyectos	cadena	-	(1,1)
proy_cargahoraria	proyectos	cadena	-	(1,1)
proy_categoria	proyectos	cadena	-	(1,1)
proy_doctorado	proyectos	cadena	-	(1,1)
proy_equipo_miembro	proyectos	cadena	-	(1,1)
proy_especializacion	proyectos	cadena	-	(1,1)

Continúa en la siguiente página

Atributo instancia	Concepto	Tipo	Rango	Card.
proy_financiacion	proyectos	cadena	-	(1,1)
proy_id	proyectos	entero	1..	-
proy_id_miembro	proyectos	entero	1..	-
proy_id_per	proyectos	entero	1..	-
proy_institucion	proyectos	cadena	-	(1,1)
proy_magister	proyectos	cadena	-	(1,1)
proy_magister_prof	proyectos	cadena	-	(1,1)
proy_palabra_clave	proyectos	cadena	-	(1,1)
proy_participacion	proyectos	cadena	-	(1,1)
proy_periodo_fin	proyectos	cadena	-	(1,1)
proy_periodo_ini	proyectos	cadena	-	(1,1)
proy_pregrado	proyectos	cadena	-	(1,1)
proy_sector	proyectos	cadena	-	(1,1)
proy_situacion	proyectos	cadena	-	(1,1)
proy_tipoclase	proyectos	cadena	-	(1,1)
proy_titulo	proyectos	cadena	-	(1,1)
sni_cat	sni	cadena	-	(1,1)
sni_fact	sni	cadena	-	(1,1)
sni_fpub	sni	cadena	-	(1,1)
sni_id_per	sni	entero	1..	-
sni_nivel	sni	cadena	-	(1,1)
tesis_actuacion_area	formacion RRHH	cadena	-	(1,1)
tesis_actuacion_disciplina	formacion RRHH	cadena	-	(1,1)
tesis_actuacion_especialidad	formacion RRHH	cadena	-	(1,1)
tesis_actuacion_subarea	formacion RRHH	cadena	-	(1,1)
tesis_estado	formacion RRHH	cadena	-	(1,1)
tesis_id_orientado	formacion RRHH	entero	1..	-
tesis_id_tutor	formacion RRHH	entero	1..	-
tesis_idioma	formacion RRHH	cadena	-	(1,1)
tesis_nom_orientado	formacion RRHH	cadena	-	(1,1)
tesis_pais	formacion RRHH	cadena	-	(1,1)
tesis_palabra_clave	formacion RRHH	cadena	-	(1,1)
tesis_programa	formacion RRHH	cadena	-	(1,1)
tesis_sector	formacion RRHH	cadena	-	(1,1)
tesis_tipo	formacion RRHH	cadena	-	(1,1)
tesis_tipo_orientacion	formacion RRHH	cadena	-	(1,1)
tesis_titulo	formacion RRHH	cadena	-	(1,1)
vin_cargo	institucion vinculo	cadena	-	(1,1)
vin_dedicacion	institucion vinculo	cadena	-	(1,1)
vin_dedicacion_total	institucion vinculo	cadena	-	(1,1)
vin_escalafon	institucion vinculo	cadena	-	(1,1)
vin_grado	institucion vinculo	cadena	-	(1,1)

Continúa en la siguiente página

Atributo instancia	Concepto	Tipo	Rango	Card.
vin_id_per	institucion vinculo	entero	1..	-
vin_institucion	institucion vinculo	cadena	-	(1,1)
vin_periodo_fin	institucion vinculo	cadena	-	(1,1)
vin_periodo_ini	institucion vinculo	cadena	-	(1,1)
vin_relevante	institucion vinculo	cadena	-	(1,1)
vin_sector	institucion vinculo	cadena	-	(1,1)
vin_tipo	institucion vinculo	cadena	-	(1,1)
vin_tipogrado	institucion vinculo	cadena	-	(1,1)

Anexo G

Definición de reglas

G.1. Definición de reglas

Tabla G.1: Definición de reglas ODIUdelaR.

Regla	Desc.	Exp.	Conc.	Atr.	Rel.	Var.
persona es un docente	Una persona es un docente si realiza actividades o si tiene cargo o si es tutor de tesis.	si (existe (?X, ?Y, ?W, ?Z)) [(persona(?X) AND (realizaActividades(?X, ?Y) OR tieneCargo(?X, ?W) OR tutorDeTesis(?X, ?Z)))] entonces [docente(?X)]	docente	-	realizaActividades(?X, tieneCargo, tutorDeTesis	?X, ?Y, ?W, ?Z
persona es un investigador	Una persona es un investigador si pertenece al SNI o tiene dedicación Total , realiza publicaciones, tiene actividades en líneas de investigación.	si (existe (?W, ?X, ?Y, ?Z)) [(persona(?W) AND (perteneceSNI(?W, ?X) OR tieneDedicacionTotal(?W, ?Y) AND actividad LineasInvestigacion(?W, ?Z)))] entonces [investigador(?W)]	investigador	-	perteneceSNI, tieneDedicacionTotal, actividad , realizaPublicaciones, LineasInvestigacion	?W, ?X, ?Y, ?V ?Z
persona es un estudiante	Una persona es un estudiante si tiene tesis y está en marcha.	si (existe (?X, ?Y)) [(persona(?X) AND tieneTesis(?X, ?Y) AND tesisEstado(?Y, "en marcha"))] entonces [estudiante(?X)]	estudiante	tesis Estado	tiene Tesis	?X, ?Y

Continúa en la siguiente página

Regla	Desc.	Exp.	Conc.	Atr.	Rel.	Var.
proyectos financiados	Un proyecto es financiado si el atributo proy_esfinanciado es 1.	si (existe (?X)) [(proyecto(?X) AND proy_esfinanciado(?X)=1)] entonces [financiado(?X)]	financiado	proy_esfinanciado	-	?X
área de actuación	Para determinar el área de actuación de la persona se observa el atributo aact_area_area.	si (existe (?X)) [(areaActuacion(?X) AND aact_area_area(?X) = "Ciencias Agrícolas")] entonces [cienciasAgrícolas(?X)]	ciencias Agrícolas	aact_area_area	-	?X

Anexo H

Base dbODIUdelaR

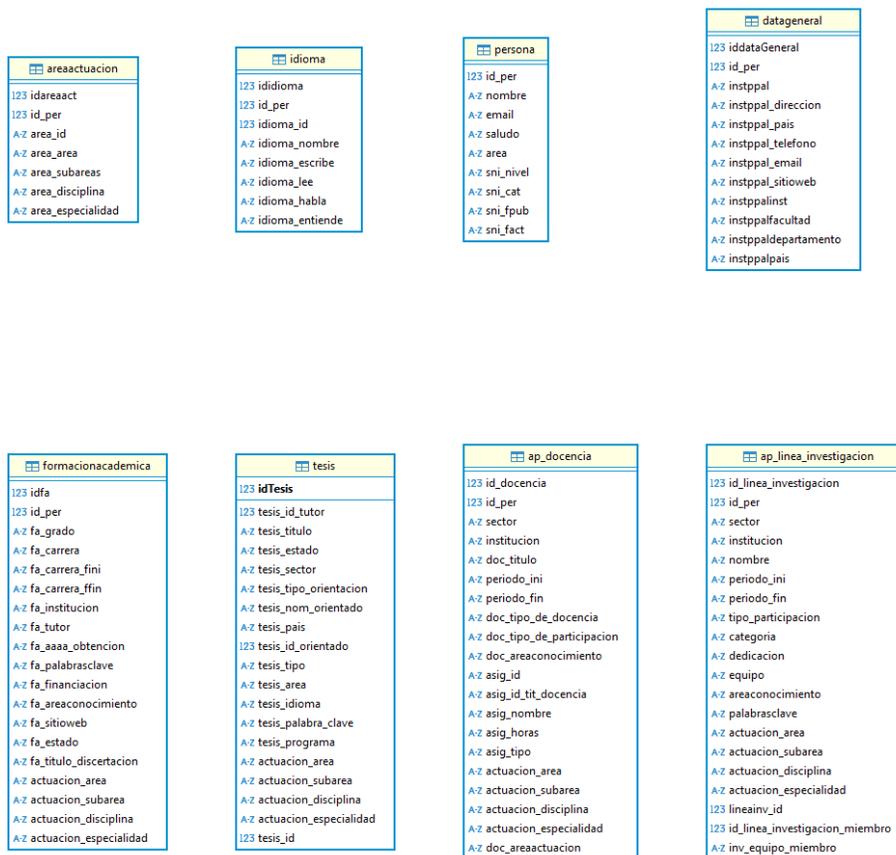


Figura H.1: Primer grupo de tablas de la base dbodiudelar

formacioncomplementaria
123 idfc
123 id_per
AZ fc_estado
AZ fc_tipo
AZ fc_nombre
AZ fc_institucion
AZ fc_horas
AZ fc_palabrasclave
AZ fc_areaconocimiento
AZ actuacion_area
AZ actuacion_subarea
AZ actuacion_disciplina
AZ actuacion_especialidad

ap_vinculos
123 id_vinculo
123 id_per
AZ sector
AZ institucion
AZ tipo_vinculo
AZ periodo_ini
AZ periodo_fin
AZ trabajo_relevante
AZ tipo_grado
123 dedicacion
AZ dedicacion_total
AZ escalafon
AZ grado
AZ cargo

ap_extension
123 id_extension
123 id_per
AZ sector
AZ institucion
AZ ext_titulo
AZ ext_periodo_ini
AZ ext_periodo_fin
AZ ext_vinculo
AZ ext_disciplina
AZ ext_cargahoraria
AZ actuacion_area
AZ actuacion_subarea
AZ actuacion_disciplina
AZ actuacion_especialidad
AZ ext_areaconocimiento

ap_gestion
123 id_gestion
123 id_per
AZ sector
AZ institucion
AZ periodo_ini
AZ periodo_fin
AZ gest_titulo
AZ gest_disciplina
AZ gest_tipogestion
AZ gest_cargahoraria
AZ gest_areaconocimiento
AZ actuacion_area
AZ actuacion_subarea
AZ actuacion_disciplina
AZ actuacion_especialidad

libro
123 idLibro
123 id_per
123 libro_id
AZ libro_titulo
123 libro_id_coautor
AZ libro_coautor
AZ libro_volumen
AZ libro_edicion
AZ libro_editorial
AZ libro_tipopublicacion
AZ libro_palabra_clave
AZ libro_areaconocimiento
AZ libro_mediodivulgacion
AZ libro_ISSN_ISSN
AZ libro_DOI
AZ libro_capitulos
AZ libro_organizadores
AZ libro_paginicial
AZ libro_pagfinal
AZ actuacion_area
AZ actuacion_subarea
AZ actuacion_disciplina
AZ actuacion_especialidad

articulospublicados
123 idartpub
123 id_per
123 artpublicado_id
AZ artpublicado_titulo
123 artpublicado_id_coautor
AZ artpublicado_coautor
AZ artpublicado_tipo
AZ artpublicado_palabra_clave
AZ artpublicado_revista
AZ artpublicado_ISSN
AZ artpublicado_mediodivulgacion
AZ artpublicado_sitioweb
AZ artpublicado_areaconocimiento
AZ artpublicado_volumen
AZ artpublicado_fasciculo
AZ artpublicado_serie
AZ artpublicado_DOI
AZ artpublicado_paginicial
AZ artpublicado_pagfinal
AZ artpublicado_lugarpublicacion
AZ actuacion_area
AZ actuacion_subarea
AZ actuacion_disciplina
AZ actuacion_especialidad

ap_proyectos
123 id_proyecto
123 id_per
AZ sector
AZ institucion
AZ proy_titulo
AZ proy_periodo_ini
AZ proy_periodo_fin
AZ proy_cargahoraria
AZ proy_categoria
AZ proy_tipoclase
AZ proy_tipo_de_participacion
AZ proy_situacion
AZ proy_pregrado
AZ proy_especializacion
AZ proy_magister
AZ proy_magister_prof
AZ proy_doctorado
AZ proy_financiacion
123 proy_id_miembro
AZ proy_equipo_miembro
AZ proy_descripcion
AZ proy_palabrasclave
AZ actuacion_area
AZ actuacion_subarea
AZ actuacion_disciplina
AZ actuacion_especialidad
AZ proy_areaconocimiento
123 proy_id

Figura H.2: Segundo grupo de tablas de la base dbodiudelar

Anexo I

Evaluación de tecnologías

En el presente apéndice se presenta las tecnologías que fueron evaluadas para ser utilizadas en el desarrollo del proyecto.

I.1. Protégé

Para la implementación de la ontología, utilizamos Protégé ¹, una plataforma de software libre diseñada para la creación, visualización y gestión de ontologías. Desarrollado por la Universidad de Stanford, Protégé es ampliamente utilizado en la comunidad de investigación y en diversas aplicaciones, desde la biomedicina hasta la inteligencia artificial. Apoya las normas [World Wide Web Consortium. \(W3C\)](#) además Protégé es compatible con varios formatos de ontologías, incluyendo [OWL](#), [RDF](#) y [eXtensible Markup Language \(XML\)](#).

I.2. Eddy

Es un editor gráfico que permite el modelado de ontologías mediante diagramas similares a diagramas entidad-relación. Esta herramienta nos brindó una visión gráfica del modelo, y además de ofrecer la posibilidad de exportar dicho modelo a un archivo en formato [OWL](#) el cual es posible abrirlo en Protégé.

I.3. Ontop

Para la carga de la ontología evaluamos la herramienta [Ontop](#)², un *framework* que permite consultar bases de datos relacionales como gráficos virtuales [RDF](#), utilizando el lenguaje de consulta [SPARQL](#). Una de sus principales ventajas es su integración con Protégé.

El funcionamiento de [Ontop](#) se puede dividir en las siguientes etapas:

1. **Definición de la conexión con la base de datos:** se configura el acceso a la base relacional mediante controladores [Java Database Connectivity. \(JDBC\)](#).

¹<https://protege.stanford.edu/>

²<https://ontop.inf.unibz.it/>

2. **Carga de la ontología:** se proporciona la definición de la ontología o una parte de ella en formato [OWL](#) o [RDF](#), la cual define las entidades y propiedades que se utilizarán como referencia.
3. **Creación de los mapeos:** se definen los mapeos entre el esquema relacional (tablas y columnas) y los conceptos de la ontología (entidades y propiedades), utilizando el lenguaje [Relational Database to RDF Mapping Language \(R2RML\)](#) o el propio formato nativo de Ontop. En el [Capítulo 7](#) se detallan los mapeos utilizados en este trabajo.
4. **Ejecución de consultas SPARQL:** una vez establecidos los mapeos, es posible ejecutar consultas SPARQL sobre los datos relacionales. Ontop se encarga de traducir automáticamente estas consultas SPARQL a SQL, que son ejecutadas en la base de datos subyacente.
5. **Obtención de resultados en RDF:** los resultados obtenidos son devueltos en un formato compatible con RDF, lo que permite su integración con herramientas y tecnologías del ecosistema de la Web Semántica.

Evaluación

En la fase de evaluación, se utilizó Protégé con el complemento de Ontop, siguiendo el tutorial oficial disponible en la página de Ontop³.

Para acceder a los datos mediante esta herramienta fue necesario cumplir con los siguientes requisitos:

1. Contar con un servidor de base de datos. Ontop es compatible con múltiples sistemas de gestión de bases de datos; en este caso, se utilizó [MySQL](#).
2. Crear la base de datos relacional con un esquema que contenga la información a cargar en la ontología.
3. Definir los mapeos en Protégé, asegurando que las correspondencias entre los elementos del modelo relacional y los términos de la ontología sean consistentes.

Una vez configurados estos elementos, fue posible consultar los datos mediante SPARQL directamente desde Protégé. La herramienta resultó fácil de configurar, siempre que se tenga conocimiento del esquema de la base de datos.

Como aspecto a considerar, cabe destacar que el uso de Ontop introduce una cierta dependencia entre el esquema relacional y la ontología, lo cual puede limitar la flexibilidad en caso de que alguno de los dos modelos evolucione de manera independiente.

I.4. Jena

Al comienzo del proyecto se evaluó, Apache Jena⁴ que es un conjunto de herramientas y recursos de programación en Java. Su soporte para ontologías se basa en formalismos construidos sobre [RDF](#), específicamente RDFS y las variedades de OWL. Apache Jena es excelente para trabajar con modelos RDF/OWL y consultas SPARQL, pero no incluye de forma nativa un mecanismo de mapeo

³<https://github.com/ontop/ontop/wiki/>

⁴<https://jena.apache.org/>

RDB2RDF como Ontop. Sin embargo, Jena es ideal para la segunda capa, donde ya tienes los datos en RDF y necesitas razonamiento, consulta, o integración con servicios SPARQL. En el proyecto no se llegó a implementar esta parte en el sistema. sino que las consultas [SPARQL](#) se realizaron en Protégé´.

I.5. OOPS!

[OOPS!](#)⁵ es una herramienta en línea que permite evaluar la calidad estructural de una ontología desarrollada en [OWL](#), identificando errores comunes conocidos como *pitfalls* (tropiezos o malas prácticas). Estos errores pueden comprometer la reutilización, la comprensión y el razonamiento automático sobre la ontología.

La herramienta fue utilizada de forma continua durante el proceso de diseño y evolución de la ontología, permitiendo detectar y corregir deficiencias de modelado, y asegurando el cumplimiento de buenas prácticas recomendadas por la comunidad de Web Semántica.

Los resultados del análisis final realizado con *OOPS!* se detallan en la Sección [7.4](#).

I.6. Ontotext GraphDB

*Ontotext GraphDB*⁶ es un sistema de gestión de bases de datos orientado a grafos, específicamente diseñado para el almacenamiento, consulta y razonamiento sobre datos RDF (Resource Description Framework).

GraphDB permite almacenar grandes volúmenes de datos como triplas RDF y consultarlos mediante el lenguaje [SPARQL](#), ofreciendo soporte completo para inferencia lógica mediante reglas de razonamiento (OWL 2 RL, RDFS, entre otros). Además, cuenta con una interfaz gráfica intuitiva que facilita la administración del repositorio, la ejecución de consultas SPARQL, la visualización de grafos y el monitoreo de recursos.

GraphDB puede integrarse con bases de datos relacionales, pero no carga directamente una ontología vacía desde una base relacional, para esto se utilizó [Ontop](#).

GraphDB fue utilizado como motor de base de datos semántica consultar la ontología desarrollada. Su interfaz facilitó la elaboración y análisis de los datos de la ontología.

I.7. Neo4j

*Neo4j*⁷ es una base de datos orientada a grafos ampliamente utilizada, basada en el modelo *Property Graph*. A diferencia de GraphDB, que utiliza RDF y SPARQL, Neo4j representa los datos como nodos y relaciones etiquetadas, ambos con propiedades, y emplea el lenguaje de consulta *Cypher*.

Durante el desarrollo del proyecto, se evaluó el uso de Neo4j por su conjunto de algoritmos avanzados de análisis de grafos, entre ellos se destacan:

- **Centralidad:** PageRank, Betweenness, Closeness.

⁵<https://oops.linkeddata.es/>

⁶<https://www.ontotext.com/products/graphdb/>

⁷<https://neo4j.com>

- **Detección de comunidades:** Louvain, Label Propagation.
- **Caminos más cortos:** Dijkstra, A*.
- **Similitud:** Jaccard, Cosine, Similarity Joins.

Estos algoritmos permiten analizar la estructura y dinámica de las redes, identificar nodos relevantes o grupo de personas que interactúan mucho entre sí.

I.8. Metabase

*Metabase*⁸ es una herramienta de visualización de datos que permite crear gráficos y tableros de forma sencilla, sin necesidad de conocimientos avanzados en programación o bases de datos. Se puede conectar fácilmente a distintos motores de bases de datos como MySQL, PostgreSQL, entre otros, y ofrece una interfaz gráfica amigable para explorar la información, aplicar filtros y generar visualizaciones interactivas.

En el marco de este proyecto, se definió una base de datos llamada `metadb`, en la cual se cargaron los resultados de las consultas SPARQL realizadas sobre la ontología. Estas consultas fueron diseñadas para recuperar datos que consideramos relevantes para los expertos, tales como la producción académica, la participación en proyectos, la formación de los docentes o sus actividades de extensión.

Una vez cargados los datos, se utilizó Metabase para conectarse a `metadb` y construir distintos tableros que permitieran visualizar esa información de manera clara y accesible.

Con *Metabase*, fue posible generar gráficos como barras, líneas o tortas para representar estadísticas como la cantidad de publicaciones de una persona, el número de tesis dirigidas por docente, o las relaciones entre personas e instituciones, entre otros aspectos de interés. Los tableros generados se detallan en el Capítulo 7.

I.9. Contenedores Docker en el proyecto

Para simplificar la gestión y el despliegue de los diferentes componentes del proyecto, se utilizó Docker para ejecutar cada uno dentro de su propio contenedor. Cada contenedor actúa como una máquina virtual ligera que incluye todo lo necesario para que el servicio funcione, aislado del resto del sistema.

En el proyecto se definieron contenedores específicos para:

- **Ontotext GraphDB:** Este contenedor ejecuta el repositorio RDF donde se almacenan y consultan las triplas de la ontología. Está configurado para exponer un endpoint SPARQL que permite realizar consultas desde otros servicios.
- **Base de datos MySQL:** Contenedor que aloja la base de datos relacional `metadb`, donde se guardan los datos extraídos y transformados desde la ontología para facilitar su análisis.
- **Metabase:** Aplicación desplegada en un contenedor que se conecta a la base de datos MySQL para crear dashboards y visualizaciones interactivas con los datos.

⁸<https://www.metabase.com/>

- **Aplicación Node.js:** Contenedor que corre el código encargado de conectarse a GraphDB, ejecutar consultas SPARQL, procesar los resultados y cargarlos en la base de datos MySQL.
- **OOPS!:** Para facilitar la evaluación automática de la ontología, se utilizó un contenedor Docker que ejecuta la herramienta OOPS!, permitiendo realizar análisis de calidad estructural de forma local y controlada, sin depender exclusivamente de la versión en línea.
- **Neo4j:** Este contenedor ejecuta el neo4j.

Estos contenedores se orquestan mediante un archivo `docker-compose.yml`, que define cómo se deben iniciar y cómo se comunican entre sí. Esto facilita levantar o detener todo el sistema con un solo comando y asegura que cada servicio funcione con las versiones y configuraciones adecuadas.

El uso de Docker y los contenedores permite que el proyecto sea portable, fácil de instalar y reproducible en diferentes entornos, evitando problemas típicos de compatibilidad y configuración entre máquinas distintas.

Anexo J

Manual de instalación

En este Apéndice se describe, paso a paso, el proceso de instalación y configuración necesario para ejecutar correctamente el prototipo.

J.1. Requisitos previos

Para ejecutar el sistema, es necesario contar con Docker¹ instalado y disponer de acceso a Docker Hub².

Descargar los archivos de configuración de los contenedores del gitlab: <https://gitlab.fing.edu.uy/proyecto-grado/docker.git>

J.2. Descarga de la ontología

La ontología desarrollada puede descargarse desde Zenodo³ en dos versiones:

- https://zenodo.org/records/16414693/files/onto_odiudelar_inco_ind.rdf?download=1
- <https://gitlab.fing.edu.uy/proyecto-grado/onto-odiudelar.git>

Descarga Protégé con Ontop

- **Protégé:** <https://github.com/ontop/ontop/releases/download/ontop-5.3.0/ontop-protege-bundle-win-5.3.0.zip>

Iniciación del sistema

Para poner en funcionamiento el sistema, siga los siguientes pasos. Cada uno de los contenedores representa un componente del ecosistema:

¹<https://www.docker.com/>

²<https://hub.docker.com/>

³<https://zenodo.org>

1. Crear Red de datos

Creación de la red de datos utilizada por los componentes del sistema.

```
docker network create red-datos
```

2. Base de datos MySQL

Contenedor que aloja la base de datos con la información estructurada del proyecto.

```
ubicarse en el directorio donde se realizo la descarga de los
archivos.
Ejemplo: c:\mysql-docker\
Ejecutar comando: docker compose up -d
```

3. GraphDB

Servicio de base de datos RDF para el almacenamiento y consulta de datos semánticos.

```
ubicarse en el directorio donde se realizo la descarga de los
archivos.
Ejemplo: c:\graphdb-repo-docker\
Ejecutar comando: docker compose up -d
Acceder Graphdb: http:\\localhost:7200\
```

4. Metabase

Plataforma de visualización de datos que permite realizar análisis sobre la base MySQL.

```
ubicarse en el directorio donde se realizo la descarga de los
archivos.
Ejemplo: c:metabase-docker\
Ejecutar comando: docker compose up -d
Acceder metabase: http:\\localhost:3000\
```

5. Herramienta CLI

Ejecuta el módulo de carga de datos, extracción y procesamiento desde diferentes fuentes.

```
ubicarse en el directorio donde se realizo la descarga de los
archivos.
Ejemplo: c:\proyecto-docker\
Ejecutar comando: docker compose up -d
```

Se presentan las siguientes opciones:

- a) **Cargar datos ODIUdelaR:** Inicializa y carga la base `dbodiudelar` con los datos extraídos de los [CVUy](#).
- b) **Cargar datos Metabase:** Inicializa y carga la base `metadb` a partir de los datos que son resultado de las consultas a la ontología, para poder representar los tableros.
- c) **Ejecutar todo:** Ejecuta los pasos 1 y 2 consecutivamente.

Consola del sistema:

```
Sistema de carga de datos
? Que operacion desea ejecutar? (Use flechs)
-> 1. Cargar datos ODIUdelaR
   2. Cargar datos Metabase
   3. Ejecutar todo
   Salir
```

6. **Ontotext GraphDB**: Si se respetaron las configuraciones indicadas previamente, es posible acceder a la herramienta Ontotext GraphDB desde la siguiente URL: <http://localhost:7200/4>.

7. **Metabase**: De igual forma, si se siguieron correctamente las configuraciones anteriores, se puede acceder a la interfaz de Metabase a través de la URL: <http://localhost:3000/5>. La herramienta solicita la creación de un usuario para poder acceder, y a continuación la configuración de de los parámetros para conectarse a la base de datos. Los datos para la conexión son los siguientes:

```
Tipo base de datos: MySQL
Nombre para mostrar: nombre_a_eleccion
Servidor: mysql-db
Puerto: 3306
Nombre de la base de datos: metadb
Nombre Usuario: metausr
Contraseña: proyecto.2025
```

8. Neo4j

Imagen Neo4j

```
ubicarse en el directorio donde se realizo la descarga de los
archivos.
Ejemplo: c:\neo4-docker\
Ejecutar comando: docker compose up -d
```

```
Acceder http:\\localhost:7474\
Cargar los datos de la ontologia en la base odiudelar
1 Create database odiudelardb;
2 :USE odiudelardb
3 CREATE CONSTRAINT n10s_unique_uri FOR (r:Resource) REQUIRE r.uri
  IS UNIQUE;
4 CALL n10s.graphconfig.init();
5 CALL n10s.rdf.import.fetch('file:///import/
  onto_odiudelar_inco_ind_inf.rdf', 'RDF/XML');
```

⁴Si se cambio el puerto al crear el contenedor se debe indicar el nuevo puerto

⁵Si se cambio el puerto al crear el contenedor se debe indicar el nuevo puerto