

Relazione progetto ModSem

Simone Lissandrello

15 febbraio 2022

Indice

1	Introduzione	2
2	Ontologia delle grandi menti	2
2.1	Motivazioni	2
2.2	Requisiti	3
2.3	Descrizione	4
2.4	Documentazione	6
2.5	OntOlogy Pitfall Scanner (OOPS)	11
2.6	Visualizzazione	12
3	Applicazione client	17

1 Introduzione

Di seguito si presenta la relazione del progetto di esame riguardante l'insegnamento Modellazione concettuale per il Web Semantico.

La relazione consiste in una prima parte contenente la descrizione riguardo la modellazione ontologica del dominio scientifico e filosofico. La descrizione è composta dalle motivazioni per il quale si è scelto di modellare tale dominio, dai requisiti imposti per la creazione dell'ontologia, dalla descrizione e documentazione del dominio, dall'utilizzo di un tool automatico per la criticità dell'ontologia e da una visualizzazione del modello ontologico creato dal punto di vista tassonomico e da alcuni knowledge graph generati a partire dalla A-box dell'ontologia.

La seconda parte descrive l'applicazione client progettata e implementata per inserire, eliminare e modificare informazioni nella base di conoscenza tramite le API fornite dal framework [rdf4j](#) ed interrogarla tramite l'utilizzo del linguaggio d'interrogazione [SPARQL](#).

2 Ontologia delle grandi menti

Questo capitolo con le sue sottosezioni si occupa di descrivere il dominio della modellazione ontologica progettata e implementata tramite le tecnologie offerte dal Semantic Web. Essendo le tecnologie del Semantic Web e il paradigma dei Linked Data basate sulle logiche descrittive, abbiamo la divisione tra una parte terminologica (T-box) e una parte asserzionale (A-box) di cui si mostrano esempi di come la seconda utilizza la prima e come la prima viene definita.

La premessa è che non è stato possibile avere una minimalità dell'informazione nella stesura dei diversi sotto-capitoli, poiché una minima descrizione del dominio è compresa in più parti per avere una contestualizzazione necessaria a comprendere determinati aspetti.

2.1 Motivazioni

In questa sottosezione presentiamo le motivazioni che hanno portato alla scelta di modellazione del dominio preso in esame.

Innanzitutto, il dominio riguarda la sistematizzazione a livello storico e culturale dei principi e teorie appartenenti alle branche della scienza che si ritengono in questo dominio di "fondamentale" importanza.

Ulteriore premessa, consideriamo la filosofia facente parte esplicitamente del dominio scientifico, prendendo spunto dalla definizione che dava Aristotele riguardo al termine filosofia. L'espressione "filosofia pratica" compare per la prima volta, là dove, per definire la metafisica, cioè la filosofia prima, come scienza della verità, egli afferma:

è giusto anche chiamare la filosofia (philosophian) scienza della verità, poiché di quella teoretica (theôrêtikês) è fine la verità, mentre di quella pratica (praktikês) è fine l'opera (ergon); se anche, infatti, i (filosofi) pratici indagano come stanno le cose, essi non considerano le cause per sé, ma in relazione a qualcosa ed ora[[B⁺21](#)].

Quindi, basandoci su questa frase scritta da Aristotele, egli annuncia che il termine "filosofia" è sinonimo di "scienza", cioè di sapere in generale, e questo è concepito come conoscenza delle cause: ogni scienza, e quindi ogni filosofia, è conoscenza non solo di come stanno le cose, ma anche delle cause, cioè delle ragioni, per cui le cose stanno in un certo modo piuttosto che in un altro[[Ber04](#)].

Una volta spiegato il perché si è scelto di modellare ed includere elementi facente parti della dimensione filosofica, è bene includere esplicitamente anche il motivo del perché si è preferito scegliere determinate scienze piuttosto che altre. Le scienze di cui se ne descrivono gli eventi storici, teorie e principi sono: Matematica, Fisica, Chimica, Astronomia e Filosofia.

Da sempre si è cercato di effettuare una corretta divisione delle scienze cercando di categorizzarle in qualche modo. Citando nuovamente Aristotele, egli aveva proposto una divisione delle scienze in teoretiche, pratiche e poietiche[[B⁺21](#)]. Il dominio dell'ontologia si sofferma sulle scienze teoretiche, cioè le scienze che studiano il "necessario", ciò che non cambia mai nel tempo, la cui espressione di verità è imperturbabile. Le restanti studiano ciò che può cambiare nel tempo, che esprimono in quanto tali verità che mutano; per completezza, diciamo che le scienze pratiche studiano l'agire dell'uomo e sono due: l'etica (se agire dell'uomo è individuale) e la politica (se l'agire dell'uomo è collettivo), le scienze

poietiche, infine, studiano il "fare" e il "produrre" e si ritrovano in questa categoria le arti e le tecniche. Possiamo avere il dubbio che effettivamente la filosofia non sia espressione di verità imperturbabile, motivo per il fatto che tramite l'avvento del metodo scientifico, introdotto da Galileo Galilei[Woo15], tutte le nozioni imposte dalla filosofia classica furono completamente stravolte. Considerando tali nozioni da un punto di vista storico e culturale, restano di fondamentale importanza per un livello di progressione culturale e scientifica che è rimasta comunque nella storia e che quindi vale la pena rappresentare.

Negli anni passati fino ad oggi si è sempre provato a effettuare una divisione delle scienze moderne, categorizzandole secondo qualche aspetto o proprietà intrinseche di esse. Una possibile suddivisione definita su materiali scolastici, nel dizionario Treccani e riportate su fonti come Wikipedia, mostrano una possibile categorizzazione delle scienze in: scienze formali, scienze empiriche e le scienze applicate[Kaz14][US21]. Le prime, di cui fa parte anche la matematica, costruiscono teorie astratte[R.21]. Le seconde, a loro volta suddivise in scienze naturali (fisica, chimica, biologia, geologia, astronomia) e scienze sociali, studiano la natura a partire da osservazioni empiriche. Le terze (es. ingegneria e medicina), servendosi dei risultati delle prime due, fanno progredire la tecnologia e l'industria sviluppando nuovi prodotti e servizi.

Data la complessità nel rappresentare tutte le possibili scienze attualmente presenti nel mondo moderno, si è deciso di fare una selezione. I fattori di selezione delle scienze "fondamentali" riguardano il livello di utilizzo di quella scienza da parte di altre, e l'importanza di quella branca nell'arrivare a una conoscenza totalitaria di come è strutturato il nostro universo. Quindi, in base a questi parametri, possiamo produrre una lista di cinque branche di conoscenza:

- La matematica, poiché contiene costrutti fondamentali in qualsiasi branca scientifica;
- La fisica, poiché scienza della natura nel senso più ampio;
- La chimica, poiché studia la composizione della materia a livello molecolare;
- L'astronomia, potrebbe essere anche esclusa da questa lista dato che utilizza costrutti della fisica e della chimica, ma è stato comunque deciso di inserirla in quanto scienza dell'infinitamente grande, fondamentale per comprendere molte dinamiche di funzionamento del nostro mondo e dell'universo.
- La filosofia, poiché senza questa, molto probabilmente, non sarebbero nate le scienze di cui siamo a conoscenza oggi.

L'idea di scelta di una modellazione semantica di questo tipo nasce dalla curiosità per le scienze legate alla natura e le scienze astratte, inclusa l'influenza della filosofia nel produrre teorie scientifiche. A rigor di questo si è indirizzata la modellazione verso un'unione di più domini tentando di associare entità di questi ultimi tra di loro, fornendo un'unica descrizione che non tenga separati i diversi campi di studio. Oltre a tentare di collegare tra loro concetti apparentemente diversi, l'ontologia allo stesso tempo descrive la storia scientifica e la relativa evoluzione con cui siamo arrivati al mondo per come lo conosciamo e vediamo oggi, in modo da comprendere con facilità il percorso intrapreso dalla scienza per mezzo delle scoperte scientifiche e filosofiche.

Ulteriore motivazione che ha portato alla nascita di tale ontologia è che nell'idea di base si rappresentava un'ontologia fulcro che facesse da nodo centrale rispetto a delle ontologie specifiche, riguardante la modellazione dei singoli domini, creando degli allineamenti tra questi ultimi e la prima. Tale scelta è stata pensata per dare ancora più il senso di connessione tra branche scientifiche diverse attraverso non solo collegamenti: **principi** -legati a- **teoria**; ma aggiungendo collegamenti: **processi/costrutti astratti** -legati a- **principi/esperimenti** -legati a- **teoria**.

2.2 Requisiti

L' "Ontologia delle grandi menti" ha molteplici finalità generali.

La prima degna di nota è di fornire una descrizione di esperimenti, teorie e principi scientifici e filosofici, sviluppati nel corso della storia, in una vista compatta.

Altro requisito di modellazione riguarda la descrizione di personaggi storici e attuali che hanno contribuito all'avanzamento della branca di ricerca di loro competenza, descrivendo il loro periodo di

attività collocandoli in spazi di tempo (epoche) non prestabilite e quindi personalizzabili alle finalità specifiche dell'utente.

In aggiunta, l'ontologia offre la possibilità di reperire informazioni riguardo a specifici artefatti creati dall'uomo per scopi di ricerca oppure oggetti scoperti in natura utilizzati per definire o dimostrare determinati principi o esperimenti rispettivamente.

A queste finalità si aggiunge successivamente la possibilità di comprendere i legami tra i molteplici concetti introdotti finora.

Ad esempio, a partire dai personaggi, possiamo avere la branca di ricerca a cui si sono interessati, avendo un collegamento ai principi che loro stessi o insieme ad altri hanno contribuito a sviluppare. Tali principi possono avere un'epoca di appartenenza in cui sono stati introdotti per la prima volta alla comunità scientifica, introducendo anche la nozione di rivoluzione (scientifica), causata da una particolare scoperta ritenuta fondamentale nell'avanzamento del sapere, per il passaggio concreto da un'epoca a un'altra. I principi o esperimenti introdotti possono avere dei collegamenti ad oggetti naturali o artificiali, di cui la semantica di tale legame è l'utilizzo degli ultimi due da parte dei prime due. Proseguendo, i principi compongono teorie che collegano tra loro branche di ricerca differente per la conoscenza completa di una teoria generale, cioè teoria che include più scienze nella propria definizione.

Considerando i task specifici, la base di conoscenza ha un obiettivo di consultazione da parte di utenti che desiderano avere non solo una descrizione delle singole entità che entrano in gioco (principio, esperimento, artefatto, oggetto naturale) ma una visione ampia, in modo da essere a conoscenza dei collegamenti pratici tra diversi costrutti e quindi come si relazionano tra di loro (chi utilizza chi e come, chi contiene chi). Questo permette un facile reperimento di informazioni, e nel caso in cui si voglia specifica conoscenza riguardo una singola entità si può navigare a partire dalla vista generale.

Gli utenti a cui è rivolta tale modellazione sono, in particolare, chi si avvicina alla ricerca scientifica nei campi di studio modellati, in modo da avere una conoscenza dello stato dell'arte riguardo una particolare nozione e ampliare successivamente la ricerca a partire dalla conoscenza già esistente. Inoltre, può essere utilizzata per accrescere il livello culturale individuale nella parte storica riguardo i personaggi e le epoche storiche e gli eventi di transizione, mentre nella parte scientifica riguardo gli oggetti naturali e artificiali scoperti e inventati rispettivamente per determinati principi o esperimenti.

Detto ciò, nella categoria di utenti a cui è destinata tale ontologia, ne fanno parte ricercatori scientifici e filosofici, studenti di qualsiasi livello d'istruzione, utenti senza alcuna particolare finalità (a livello istituzionale) ma con la semplice voglia di imparare nozioni nuove, informatici per progettare e implementare software basati sulla realtà virtuale e non, storici per definire una storyline della realtà scientifica e filosofica.

Nello sviluppo di nuove versioni dell'ontologia ci si pone l'obiettivo di modellare costrutti elementari, ad esempio processi di ragionamento o entità astratte, che descrivono in maniera tecnica i principi introdotti in questa prima versione. Tuttò ciò per avere una maggiore granularità della modellazione, aumentando la conoscenza dei singoli domini .

2.3 Descrizione

Il dominio come esplicito più volte nel corso dei capitoli precedenti è formato, in realtà, da più domini cercando di creare un allineamento tra questi.

Il dominio riguarda la ricerca nelle scienze matematiche, fisiche, chimiche, astronomiche e filosofiche.

Della ricerca si modellano i personaggi rilevanti, sia del passato che del presente, che hanno contribuito all'accrescimento del sapere collettivo.

Il personaggio può assumere una categoria specifica in base al tipo di ruolo che ricopre nella scoperta di principi ed esperimenti, che descriveremo più avanti. Le sotto-classi di Personaggio sono: Filosofo, Scienziato astronomo, Scienziato fisico, Scienziato matematico. Inoltre se un personaggio ha eseguito delle scoperte filosofiche nell'ambito della fisica, è condizione sufficiente per categorizzarlo come Filosofo naturale[[NP65](#)]. Tra le altre informazioni, il personaggio è caratterizzato dal nome, data e luogo di nascita.

Il ruolo è ricoperto da un personaggio nello sviluppo di un principio o esperimento; e fanno parte della categoria di matematico, fisico, chimico, astronomo, filosofo. Nella descrizione dell'ontologia, il ruolo è visto come un "workplace" (posto di lavoro) riguardante lo sviluppo di un singolo principio o esperimento dedicato a una singola branca di ricerca. Tenendo conto di questa informazione, ad esempio il ruolo di "Contributore a sistema eliocentrico" [[dB](#)] è un ruolo della branca Astronomia che

è coperto da più personaggi, tipo "Galileo Galilei" e "Niccolò Copernico", quindi entrambi risultano essere anche scienziati astronomi[[Wik21](#)][[Wik22c](#)].

Un "workplace" può riferire quattro tipi di entità all'interno dell'ontologia:

- Principio, legato tramite la proprietà di "ha sistematizzato";
- Esperimento, legato tramite la proprietà di "ha sviluppato";
- Artefatto, legato tramite la proprietà di "ha ideato";
- Oggetto naturale, legato tramite la proprietà di "ha scoperto".

Queste relazioni permettono di creare una relazione a catena tra Personaggio, il suo ruolo e l'entità sviluppata.

Le quattro entità elencate hanno una relazione con l'epoca in cui è stata introdotta alla comunità scientifica. L'epoca può essere collocata in un qualsiasi spazio temporale, indicando l'anno di inizio e l'anno di fine tra le sue caratteristiche. Una modellazione del genere permette di introdurre una relazione a catena tra il Personaggio, l'entità sviluppata e l'epoca. In questa fase bisogna fare molta attenzione nell'introduzione dei dati, in quanto potrebbero sorgere inconsistenze sui personaggi che hanno ripreso lo sviluppo di un principio o esperimento che magari è stato introdotto in epoche precedenti. Altrimenti, un ulteriore tipo di modellazione così che non si arrivi a una possibile inconsistenza è di, separare i Principi o Esperimenti introdotti dai Principi sviluppati ex-novo a partire da Principi o Esperimenti già esistenti.

Alle epoche è legato l'evento scientifico. L'evento scientifico può essere causato da qualche personaggio tramite una qualche sua scoperta. Tale evento causa, a sua volta, una transizione da un'epoca a una nuova creando una relazione a catena tra il Personaggio e l'epoca causata.

Tornando ai principi ed agli esperimenti, questi possono essere collegati a degli oggetti naturali o degli artefatti. Ad esempio, rimanendo coerenti con l'esempio del sistema eliocentrico[[Wik22f](#)], tale principio utilizza l'oggetto naturale "Sole" e "Pianeta" per poter descrivere il proprio enunciato. Ulteriore esempio è che l'esperimento "Caduta del grave"[[DTBB10](#)] è stato dimostrato tramite l'artefatto "Piano inclinato".

Infine, descrivendo il principio, questa è un'entità collegata all'entità Teoria. Teoria è propriamente un insieme, cioè una struttura matematica di base contenente elementi diversi, in questo caso gli elementi sono proprio i principi. Quindi, le teorie sono composte da un insieme di principi e ulteriori teorie che possono appartenere a branche di conoscenza diversa. Come citato da Wikipedia possiamo vedere una Teoria scientifica nel modo seguente:

Nella scienza, una teoria è un insieme interconnesso di ipotesi, enunciati e proposizioni con lo scopo in genere di spiegare fenomeni naturali o più in generale di formulare sistematicamente i principi di una disciplina scientifica[[Wik22g](#)].

Da questa definizione, possiamo creare i ruoli composti come "Filosofo naturale" che è lo sviluppo, da parte di un personaggio, di una teoria comprendente i principi appartenenti alla Fisica e alla Filosofia che esso stesso ha sistematizzato.

Nelle versioni successive dell'ontologia, prendendo ad esempio il dominio della Fisica, introduciamo brevemente come potrebbe essere l'eventuale modellazione del singolo campo di ricerca. Ad esempio, più istanze di "oggetto fisico" sono sottoclassi della classe "Agente", dove ognuno è composto da "Punto materiale" composto a sua volta da "Molecola". Tali "Oggetto fisico" giocano dei ruoli in un "Esperimento" associato a un "Sistema di riferimento". L' "Esperimento" è un "Processo" che studia il "Comportamento dinamico"[[Wik22b](#)] e "Comportamento cinematico"[[Wik22a](#)] degli "Oggetto fisico" in questione.

Ovviamente, questa è una piccola parte di quello che può essere l'ampio dominio modellabile ontologicamente.

2.4 Documentazione

La documentazione del dominio viene presa da diverse fonti presenti nel Web. Illustrando tali fonti si mostrano contemporaneamente gli allineamenti effettuati con i concetti dell'ontologia.

Partendo dal "Personaggio", questo ha tutte le informazioni anagrafiche che ha, in generale, una persona sociale, quindi, può essere allineato con diversi standard esistenti come [FOAF](#), [schema.org](#), e molti altri di carattere sociale. Quella effettivamente allineata con questa ontologia è [schema.org](#), nel particolare è stata esportata la classe "Person" e resa sovra-classe della classe Personaggio, tale scelta è motivata dal fatto che non tutte le proprietà associate a "Person" sono informazioni utili allo scopo della modellazione.

Person
A Schema.org Type
Thing > Person
A person (alive, dead, undead, or fictional). [\[more...\]](#)

Property	Expected Type	Description
Properties from Person		
additionalName	Text	An additional name for a Person, can be used for a middle name.
address	PostalAddress or Text	Physical address of the item.
affiliation	Organization	An organization that this person is affiliated with. For example, a school/university, a club, or a team.
alumniOf	EducationalOrganization or Organization	An organization that the person is an alumni of. Inverse property: alumni
award	Text	An award won by or for this item. Supersedes awards .
birthDate	Date	Date of birth.
birthPlace	Place	The place where the person was born.
brand	Brand or Organization	The brand(s) associated with a product or service, or the brand(s) maintained by an organization or business person.
callSign	Text	A callsign, as used in broadcasting and radio communications to identify people, radio and TV stations, or vehicles.
children	Person	A child of the person.
colleague	Person or URL	A colleague of the person. Supersedes colleagues .
contactPoint	ContactPoint	A contact point for a person or organization. Supersedes contactPoints .
deathDate	Date	Date of death.
deathPlace	Place	The place where the person died.

Figura 1: Scheda della classe Person in schema.org

Come già detto nelle sezioni precedenti, il "Personaggio" può categorizzarsi come "Scienziato fisico", "Scienziato chimico", "Scienziato astronomo", "Scienziato matematico" o "Cultore Filosofo". Per le prime quattro sotto-classi sono stati introdotti differenti allineamenti con fonti ontologiche e semantiche.

Descrivendo l'allineamento con fonte di carattere solamente semantico è stato utilizzato il thesaurus ICONCLASS, specificatamente per allineare le classi Scienziato fisico, chimico e matematico. In particolare le classi della gerarchia presenti in ICONCLASS usate per allineare, tramite l'utilizzo del vocabolario SKOS, sono rispettivamente: [Physics and Mechanics](#), [Chemistry](#) e [Mathematics](#).

Le tre risorse del thesaurus rappresentano il concetto generale delle tre discipline menzionate. All'interno della gerarchia vengono riportati come sotto-concetti le discipline appartenenti a quella materia e i concetti di "persona che utilizza la disciplina x per". Tenendo conto della semantica di tale classi, la proprietà del vocabolario SKOS che permette di specificare un allineamento restrittivo è [Narrow-Match](#). Quest'ultima proprietà esplicita il fatto che le classi della nostra ontologia rappresentino una classe più ristretta delle classi del thesaurus.

Inoltre, tale tipo di allineamento è stato utilizzato anche per il ruolo di "Fisico", "Chimico" e "Matematico" propriamente per il concetto, incluso nella definizione della classe del thesaurus, di "persona che utilizza la disciplina x per".

Descrivendo l'allineamento con una risorsa ontologica, tutti e quattro i tipi di Scienziato_x sono stati allineati, utilizzando stavolta la proprietà di sotto-classe definita in owl, con la classe definita nell'ontologia [Modern Science Ontology](#) (ModSci), Scientist. Tale tipologia di allineamento lo si spiega poiché le proprietà utilizzate nell'ontologia riferita non coincidono del tutto con la nostra ontologia.

Le classi "Principio" e "Teoria" sono definite come sotto-classi della classe "Entità astratta". Quest'ultima è stata allineata tramite la proprietà owl:sameAs con la classe "Astratto" definita dall'ontologia fondazionale [DUL](#), poiché i concetti coincidono perfettamente.

Scientist ^c	back to ToC or Class ToC
IRI: https://w3id.org/skgo/modsci#Scientist	
A scientist is someone who conducts scientific research to advance knowledge in an area of interest.	
has super-classes	
person	
is in domain of	
doing studies ^{op} , follows method ^{op} , interested in phenomenon ^{op} , scientist belongs to ^{op}	
is in range of	
discovered by scientist ^{op} , instrument invented by ^{op}	
has members	
evangelista torricelli ⁿⁱ , friedrich drexler ⁿⁱ , guglielmo marconi ⁿⁱ , isaac newton ⁿⁱ , johann schweigger ⁿⁱ , julius von mayer ⁿⁱ , michael faraday ⁿⁱ , claus roemer ⁿⁱ , thomas edison ⁿⁱ , waldemar jungner ⁿⁱ	

Figura 2: Classe definita nell'ontologia ModSci.

La classe Teoria è stata definita come sotto-classe di "Insieme" nell'ontologia esportata [Set.owl](#), presente negli ontology design patterns. Gli elementi di cui si compongono le teorie sono, come già detto più volte, i principi e ulteriori teorie.

DBpedia Browse using Formats Facete	
About: Impedenza meccanica	
An Entity of Type: ScientificTheory105993844 , from Named Graph: http://dbpedia.org , within Data Space: dbpedia.org	
L'impedenza meccanica è una misura dell'attitudine di una struttura a mettersi in vibrazione a seguito dell'applicazione di un sistema di forze. L'impedenza meccanica di un punto di una struttura è il rapporto tra la forza ad esso applicata e la velocità risultante di quel punto. Il generico sistema dinamico, forzato e non smorzato, è descritto da equazioni del tipo: dove è la forza, è l'impedenza, è la velocità e è la frequenza. L'impedenza è l'inverso della .	
Property	Value
is dbpedia:PageWikiLink of	<ul style="list-style-type: none"> dbr:Analogical_models dbr:Port_(circuit_theory) dbr:Quartz_crystal_microbalance dbr:Drill_string dbr:Impedance_analogy dbr:Mechanical-electrical_analogies dbr:Stockbridge_damper dbr:Evolution_of_mammalian_auditory_ossicles dbr:Mechanical_filter dbr:Harmonic_oscillator dbr:Impedance dbr:Impedance_matching dbr:Dynamic_substructuring dbr:Neural_control_of_limb_stiffness dbr:Elastance dbr:Mobility_analogy dbr:Transfer_function_matrix dbr:Mechanical_resistance

Figura 3: Esempio di elementi menzionati da una teoria su DBpedia.

Nella figura 3 si mostra un possibile esempio, tratto da DBpedia, di come si è definita effettivamente la composizione di diversi principi con un'unica teoria.

Su DBpedia il significato semantico del collegamento è legato al concetto di menzionare, quindi "Teoria menziona nozione x". Nella nostra ontologia si vuol dare ancora un significato più forte, includendo nella lista solo principi che compongono quella teoria, non comprendendo, appunto, elementi solo citati dalla teoria stessa.

La classe Teoria è stata allineata con la risorsa semantica ICONCLASS in modo da mostrare un possibile esempio della tipologia di teorie comprese nella sua definizione. La classe scelta all'interno del thesaurus è la classe [Cosmological theory](#) allineata tramite la proprietà, definita nel vocabolario SKOS, [BroadMatch](#). Il perché della scelta di tale proprietà consiste nel fatto che, la classe definita nella risorsa semantica comprende solo una piccola parte di tutte le teorie che comprende la classe della nostra ontologia, aggiungendo alla cerchia anche le teorie filosofiche, matematiche, fisiche e chimiche oltre a quelle cosmologiche.

Esaminando la classe "Artefatto", essa identifica un qualsiasi oggetto di invenzione umana usata per scopi scientifici definendola come sotto-classe di "Oggetto Fisico". Quest'ultima è sotto-classe della classe Oggetto il che viene allineata, tramite la proprietà owl:sameAs, con la classe [Object](#) definita

0 Abstract, Non-representational Art	
1 Religion and Magic	
2 Nature	
3 Human Being, Man in General	
4 Society, Civilization, Culture	
49 education, science and learning	
49E science and technology	
49E2 physics and mechanics	49E2(+0) (+ variant)
civilization · culture · learning · occupations · science · society	49E2(+1) (+ scholar, scientist (at work))
	49E2(+2) (+ scholar, scientist in non-work situations)
	49E2(+3) (+ portrait of scholar, scientist)
	49E2(+4) (+ professional clothes of scholar, scientist)
	49E2(+5) (+ scientific research)
	49E2(+6) (+ divulgation of the results of research)
	49E2(+7) (+ basic phenomena and processes in the natural sciences)
	49E2(+8) (+ plagiary ~ sciences)
	49E2(+9) (+ counterfeit, fake, forgery ~ sciences)
5 Abstract Ideas and Concepts	49E21 physics
6 History	49E22 mechanics
7 Bible	49E23 thermodynamics
8 Literature	49E24 acoustics
9 Classical Mythology and Ancient History	49E25 optics
	49E26 electromagnetics, electrodynamics
	49E27 nuclear, atomic and molecular physics

Figura 4: Esempio di gerarchia del thesauro ICONCLASS.

nell'ontologia fondazionale DUL, il motivo è identico al precedente allineamento effettuato con le entità astratte.

La classe "Artefatto" viene allineata con l'ontologia Modern Science Ontology, in particolare utilizzando la classe [Scientific Instrument](#). L'allineamento viene definito attraverso la proprietà di sotto-classe definita in owl, questo perché la definizione di Artefatto comprende strumenti per eseguire misure e non solo (ad esempio, il piano inclinato usato da Galileo Galilei).

Scientific Instrument ^c	back to ToC or Class ToC
Instrument ^c	back to ToC or Class ToC
IRI: https://w3id.org/skgo/modsci#ScientificInstrument	
A scientific instrument is, broadly speaking, a device or tool used for scientific purposes, including the study of both natural phenomena and theoretical research.	
has super-classes instruments ^c	
is in domain of has manufacturer ^{op} , instrument function description ^{dp} , instrument invented by ^{op} , instrument used in Science ^{op}	
has members accelerometer ⁿⁱ , accumulator ⁿⁱ , ammeter ⁿⁱ , anemometer ⁿⁱ , barometer ⁿⁱ , caliper ⁿⁱ , calorimeter ⁿⁱ , dna sequencer ⁿⁱ , dynamo ⁿⁱ , dynamometer ⁿⁱ , electrometer ⁿⁱ , electroscope ⁿⁱ , ellipsometer ⁿⁱ , audiometer ⁿⁱ , galvanometer ⁿⁱ , gravitometer ⁿⁱ , hydrometer ⁿⁱ , inclinometer ⁿⁱ , interferometer ⁿⁱ , magnetograph ⁿⁱ , magnetometer ⁿⁱ , manometer ⁿⁱ , micrometer ⁿⁱ , microscope ⁿⁱ , ohmmeter ⁿⁱ , oscilloscope ⁿⁱ , phonograph ⁿⁱ , seismometer ⁿⁱ , spectrogram ⁿⁱ , spectrometer ⁿⁱ , telescope ⁿⁱ , theodolite ⁿⁱ , thermocouple ⁿⁱ , thermometer ⁿⁱ , voltmeter ⁿⁱ	

Figura 5: Classe Scientific Instrument in Modern Science Ontology.

Due allineamenti con la stessa classe avvengono tramite l'utilizzo delle classi [Astronomical instrument](#) e [Manufactured](#) definite nel thesauro ICONCLASS. "Astronomical instrument" viene allineato tramite la proprietà di SKOS BroadMatch alla classe Artefatto poiché quest'ultima contiene anche strumenti utilizzati nell'ambito chimico o fisico, ad esempio. "Manufactured" viene allineato tramite la proprietà di SKOS NarrowMatch alla classe Artefatto, poiché la definizione della prima contiene qualsiasi oggetto creato dall'uomo, quindi anche strutture e molto altro non menzionato dalla classe definita nell'ontologia.

La classe "Esperimento" è definita, insieme alla classe "Evento Scientifico", come sotto-classe della classe "Evento". Quest'ultima viene allineata tramite owl:sameAs alla classe definita in DUL, [Evento](#), il ragionamento è lo stesso effettuato per gli altri allineamenti con l'ontologia fondazionale Dolce Ultralite.

La classe Esperimento viene allineata con la classe [Experiment](#) di ICONCLASS, il che rappresenta esperimenti scientifici e test. Per definire tale allineamento possiamo utilizzare la proprietà narrowMatch, in quanto la classe definita nella nostra ontologia rappresenta esperimenti in un sotto-insieme di possibili scienze in cui si possono condurre test scientifici.

Ultimo allineamento presente nella T-box dell'ontologia riguarda la classe "Epoca". Quest'ultima classe viene allineata, tramite la proprietà definita nel vocabolario SKOS [exactMatch](#), sempre con la classe definita nella risorsa semantica ICONCLASS. Più precisamente l'allineamento viene effettuato con la classe [Epoch](#) che rappresenta semanticamente delle epoche storiche scelte arbitrariamente, quindi stessa esatta definizione data alla nostra classe.

Sono stati aggiunti ulteriori allineamenti nelle Object Property e Data Property.

Nelle Object Property è stato introdotto la proprietà [knownFor](#) definito nell'ontologia DBpedia. Questa è stata classificata come sovra-proprietà della classe "ha contribuito a sviluppare" che collega il personaggio alla teoria presente nella nostra ontologia. Ulteriore passaggio, era aggiungere tra le sotto-proprietà anche l'Object Property che riguardava il collegamento tra personaggio e principio ma per questioni di visibilità, in questa prima versione, tale passaggio è stato saltato. Ovviamente, il fatto di essere definita come sotto-proprietà segue dal fatto che un personaggio può essere conosciuto anche per situazioni politiche o altro e non riguardante la sfera scientifica e filosofica.

Nelle Data Property sono stati aggiunti degli allineamenti con le proprietà di "è nato in" che collega un personaggio con la sua nazione di nascita. Le risorse allineate con owl:sameAs sono: [birthPlace](#) (DBpedia), [birthPlace](#) (schema.org), [P19](#) (Wikidata).

La Data Property "è nato in data" che collega un personaggio con la sua data di nascita è stata allineata, tramite owl:sameAs, con le risorse: [birthDate](#) (DBpedia), [birthDate](#) (schema.org), [P569](#) (Wikidata).

La Data Property "ha nome" che collega personaggio al suo nome di nascita è stata allineata con la risorsa [P1559](#) definita in Wikidata.

La Data Property "inizia nell'anno" che collega epoca alla sua data di inizio è stata allineata con la risorsa [P580](#) definita in Wikidata.

Illustrati gli allineamenti nella parte terminologica dell'ontologia, possiamo adesso introdurre gli allineamenti fatti nella parte asserzionale per i nostri dati di esempio. In totale sono stati utilizzati tre differenti tipi di risorse per effettuare gli allineamenti in questa parte del grafo: [DBpedia](#), [Wikidata](#) e [VIAF](#).

VIAF viene utilizzato solamente per i personaggi, in modo da offrire nomenclature diverse in base alla lingua.

The screenshot shows the VIAF search interface. At the top, there is a search bar with the text "isaac newton". Below the search bar, there is a list of search results for Isaac Newton. The results are displayed in a grid-like format with a small image of Newton's portrait on the left. The results include his name in various languages and scripts, his birth and death dates, and a list of flags representing different countries. The results are as follows:

- Newton, Isaac, 1642-1727
- Newton, Isaac, Sir, 1642-1727
- Newton, Isaac, 1643-1727
- Newton, Isaac
- 1727-1642
- 1643-1727
- Ньютон, Исаак, 1642-1727
- Isaac Newton
- Newton, I.
- Ньютон, И. 1643-1727 Исаак
- Newton, I. 1643-1727 Isaac
- Newton, Isaac, 1642-1727 Sir,
- Newton, Isaac (English physicist and mathematician, 1642-1727)
- Newton, Isaac 1642-1727 seras
- Ньютон, Исаак, 1643-1727.
- VIAF ID: 22146457 (Personal)
- Permalink: http://viaf.org/viaf/22146457

Figura 6: Scheda dell'individuo Isaac Newton in viaf.org


Per mostrare un esempio, possiamo partire dal personaggio Isaac Newton, il quale è stato allineato con tre differenti individui (risorse) in DBpedia ([Isaac Newton](#)), Wikidata ([Q935](#)) e VIAF ([22146457](#)).

Isaac Newton è legato al "workplace" di "Contributore Leggi della dinamica" [[Wik22d](#)] che è sotto-classe della classe ruolo "Fisico", tramite la Object property "ha ruolo".

Tale "workplace" è legato, tramite la proprietà "ha sistematizzato", al principio "Prima legge della dinamica".

A sua volta il principio "Prima legge della dinamica" è associato, tramite la proprietà "è parte di", alla teoria "Dinamica newtoniana" [Wik22d].


Infine, la teoria "Dinamica newtoniana" è parte a sua volta di un'ulteriore teoria chiamata "Teoria meccanicista" [Wik22e].


Browse using
Formats
Faceted Browser
Sparql Endpoint

About: [Isaac Newton](#)

An Entity of Type: [person](#), from Named Graph: <http://dbpedia.org>, within Data Space: <dbpedia.org>

Sir Isaac Newton (citato anche come Isacco Newton (Woolsthorpe-by-Colsterworth, 25 dicembre 1642 – Londra, 20 marzo 1726) è stato un matematico, fisico, filosofo naturale, astronomo, teologo, storico e alchimista inglese, considerato uno dei più grandi scienziati di tutti i tempi, ricoprendo anche il ruolo di direttore della zecca inglese e quello di Presidente della Royal Society.



Property	Value
dbo:birthDate	<ul style="list-style-type: none"> 1642-12-25 (xsd:date)
dbo:birthPlace	<ul style="list-style-type: none"> dbr:Lincolnshire dbr:Kingdom of England dbr:Woolsthorpe-by-Colsterworth
dbo:deathPlace	<ul style="list-style-type: none"> dbr:Kensington dbr:Kingdom of Great Britain dbr:Middlesex
dbo:institution	<ul style="list-style-type: none"> dbr:Royal Mint dbr:Royal Society dbr:University of Cambridge
dbo:knownFor	<ul style="list-style-type: none"> dbr:Newton's laws of motion dbr:Calculus dbr:Binomial series dbr:Philosophiæ Naturalis Principia Mathematica dbr:Newton's law of universal gravitation dbr:Optics dbr:Classical mechanics dbr:Newton's method

Figura 7: Pagina DBpedia riguardante Isaac Newton e le sue informazioni

2.5 OntOlogy Pitfall Scanner (OOPS)

Tra i due tool automatici da utilizzare è stato scelto OntOlogy Pitfall Scanner. A partire dall'ontologia implementata su Protégè è stata salvata in un file in formato RDF/XML in quanto il formato Turtle non viene accettato dal sistema. Il tool consiste nell'inserire l'ontologia, tramite URI oppure copiando e incollando il contenuto dell'ontologia, far girare il programma inviando i dati al server che valuta automaticamente la criticità dell'ontologia. Andando ai risultati della valutazione sull'ontologia progettata e implementata, il sistema risponde con una criticità minor. Secondo la documentazione[PVGPSF14] del software per la criticità minor riporta :”It is not really a problem, but by correcting it we will make the ontology nicer.”.

A rigor di ciò, potremmo non considerare i problemi analizzati poiché di livello di criticità più basso e che non vanno ad intaccare la consistenza dell'ontologia, ovviamente nulla ci dice sulla proprietà di completezza poiché andrebbe valutato da un punto di vista semantico.

L'unico "errore" risulta essere di codice P36.

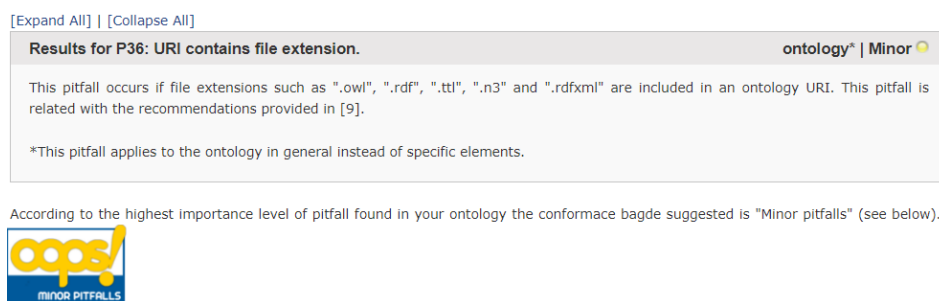


Figura 8: Risultato della valutazione tramite Pitfall Scanner.

Secondo la documentazione il codice P36 si riferisce a un URI che contiene l'estensione del file e secondo le raccomandazioni che si impone il software Pitfalls è buona usanza non utilizzare l'estensione negli URI delle ontologie. L'URI dell'ontologia risulta essere senza estensione, l'unico URI presente con l'estensione ".owl" è DUL tra i prefissi dichiarati. Inoltre, provando a inserire nel tool l'ontologia DUL stessa, risulta lo stesso errore più altri, quindi si è preferito mantenere lo stato delle cose.

2.6 Visualizzazione

Visualizziamo la gerarchia delle classi presente nell'ontologia. Come strumento di visualizzazione si utilizza GraphDB.

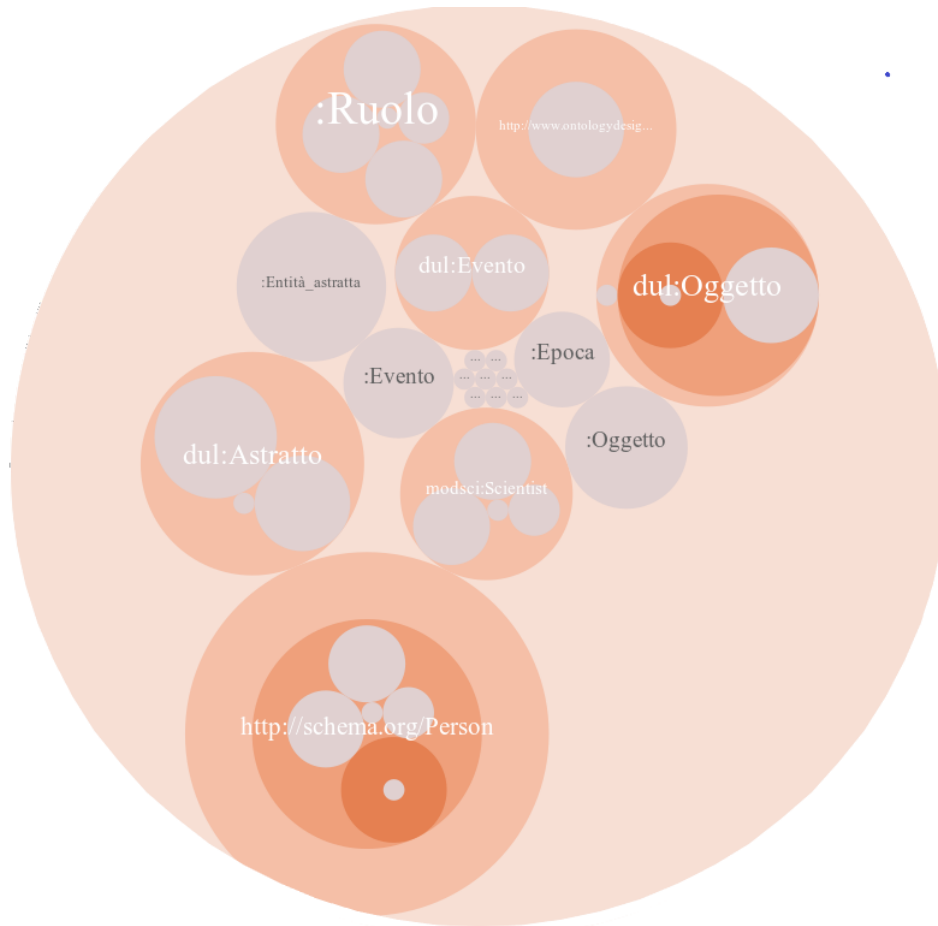


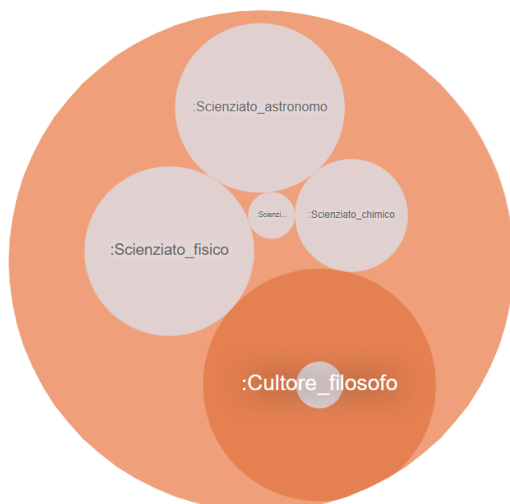
Figura 9: Gerarchia delle classi.

La figura mostra un livello di gerarchia più profondo nella classe "schema:Person" e nella classe "dul:Oggetto", il resto risultano essere gerarchie di profondità al massimo di due livelli.

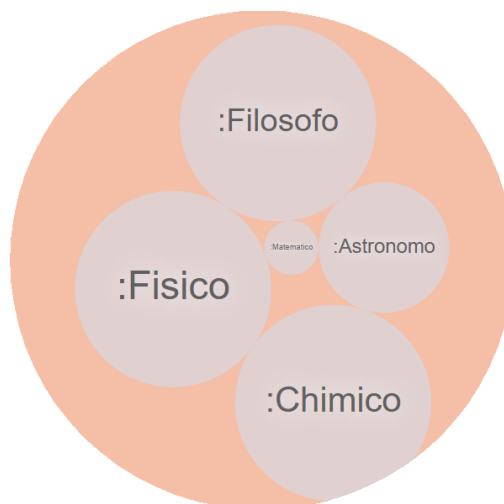
Ci addentriamo più nel dettaglio nei vari livelli della gerarchia. Nell'immagine (a) della figura 10 si nota che solo Cultore filosofo ha una gerarchia di un altro livello contenente il sottotipo Filosofo naturale.

Nell'immagine (c) la classe Entità astratta contiene la classe Principio, Teoria e la classe Collezione presente nell'ontologia Set degli ontology design pattern esportata. La classe Collezione, ha nei livelli più bassi la classe Insieme ed infine si ha nuovamente la classe Teoria.

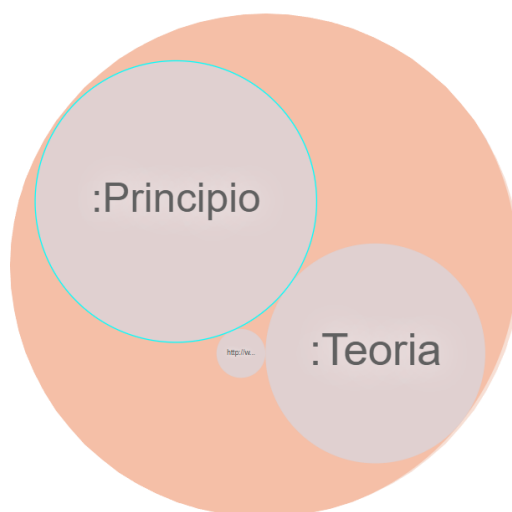
Nell'immagine (d) della figura 10 la classe Oggetto contiene la classe Agente che non è stata utilizzata nella modellazione poiché era stata pensata erroneamente come sovra-classe della classe Personaggio ma successivamente utilizzando la metodologia OntoClean ci si è resi conto che Personaggio non poteva ereditare la meta-proprietà di anti-rigidità. Più precisamente la classe Agente è anti-rigido poiché un agente cambia nel corso del tempo partecipando ad altri processi e modificando il suo stato di essere, mentre il Personaggio rimane persona ed a sua volta rimane scienziato o filosofo per tutta la sua esistenza. Proseguendo, la gerarchia si compone di Oggetto fisico che a sua volta contiene Artefatto e scendendo in ultimo abbiamo lo Strumento scientifico definito in Modern Science Ontology (ModSci).



(a) Gerarchia della classe Personaggio



(b) Gerarchia della classe Ruolo



(c) Gerarchia della classe Entità astratta



(d) Gerarchia della classe Oggetto



(e) Gerarchia della classe Evento

Figura 10: Livelli inferiori della gerarchia

Una volta terminata la visualizzazione della gerarchia, possiamo passare alla visione dei principali template utilizzati per rappresentare i dati.

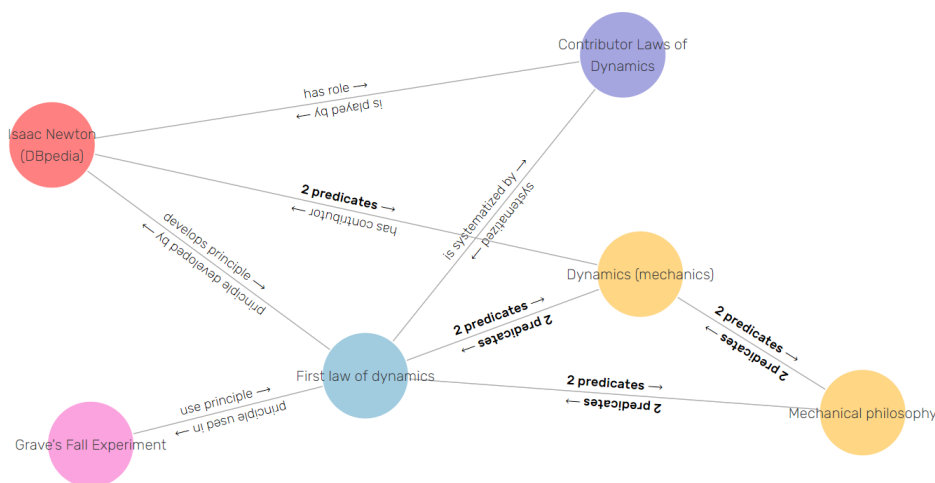


Figura 11: Template per Personaggio-Ruolo-Principio-Teoria.

La figura 11 mostra il principale pattern per visualizzare il collegamento che vi è tra il Personaggio con il "workplace" che ha ricoperto, il principio che quel workplace ha sviluppato e la teoria di cui fa parte il principio. Come si può notare abbiamo la scritta **2 predicates** poiché la Teoria, essendo un insieme, è stata inferita la proprietà "ha membro" oltre alla proprietà, definita propriamente nell'ontologia, "è parte di".

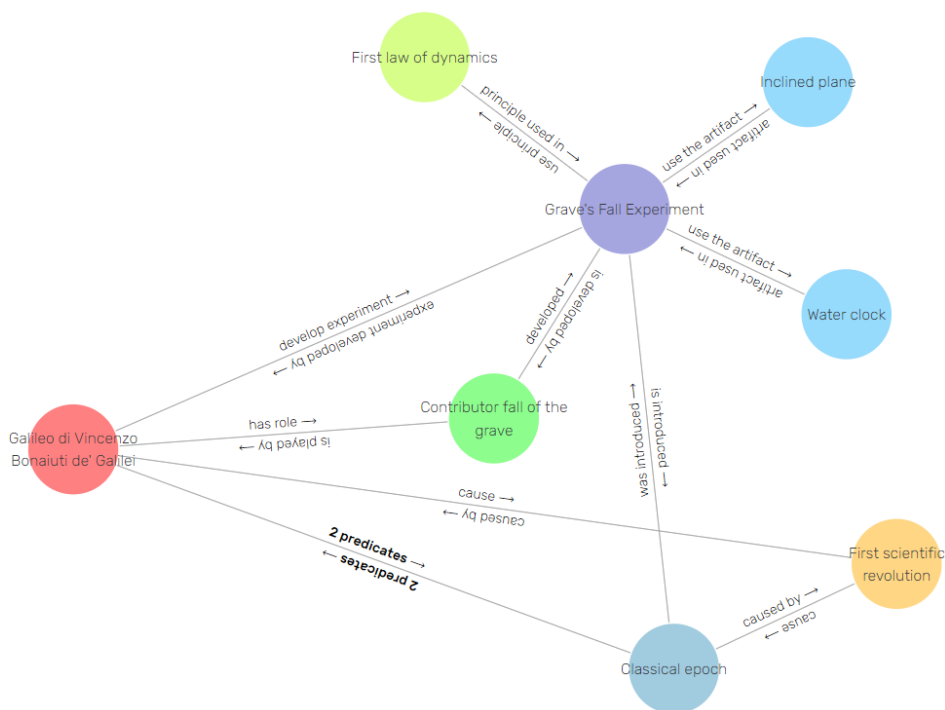


Figura 12: Template per Personaggio-Ruolo-Esperimento-oggetti e Personaggio-Evento-Epoca

La figura 12 raffigura il principale template con cui da un Personaggio si può accedere oltre a quello visto prima con l'esempio di Isaac Newton, anche la possibilità di vedere che tipo di Oggetti utilizza quel particolare Principio o Esperimento. Inoltre, si aggiunge il collegamento causa-effetto tra il Personaggio, l'evento scientifico e l'epoca. In questo caso si ha che Galileo Galilei ha causato l'evento scientifico, con URI Prima rivoluzione scientifica, che a sua volta ha causato l'inizio dell'epoca

classica. I due predicati che collegano Galileo Galilei sono: causa, ha vissuto. Per il secondo predicato si invita a prestare particolarmente attenzione perché in questo caso è consistente il fatto che Galileo abbia vissuto effettivamente in quell'epoca poiché ha sviluppato l'esperimento Caduta del grave, ma non sempre si può esprimere questo passaggio in più, come spiegato nei capitoli precedenti.

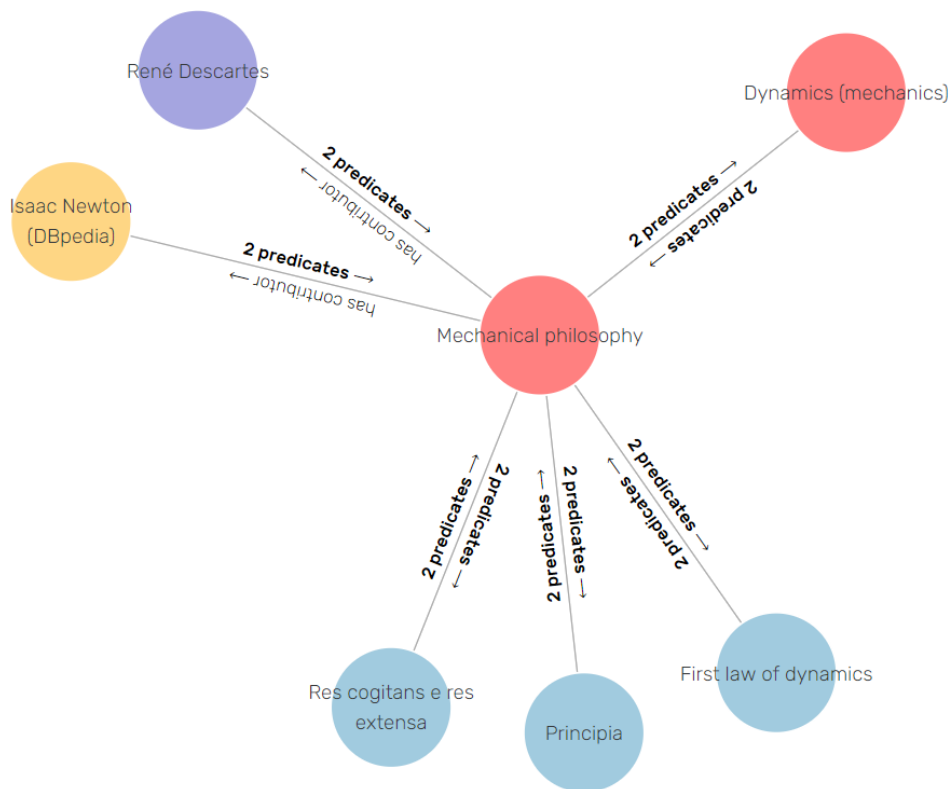


Figura 13: Template per Personaggio-Teoria-Principi

La figura 13 mostra un particolare template PER visualizzare la teoria in questa base di conoscenza. In particolare, a partire da una teoria è possibile vedere i principi e teorie di cui è composta ed inoltre dei personaggi che hanno contribuito a sviluppare la teoria. I due predicati che compaiono tra personaggio e teoria sono i predicati : ha contribuito a sviluppare e knownFor di Dbpedia. Gli altri archi etichettati con due predicati sono composti dai predicati "ha membro" ed "è parte di".

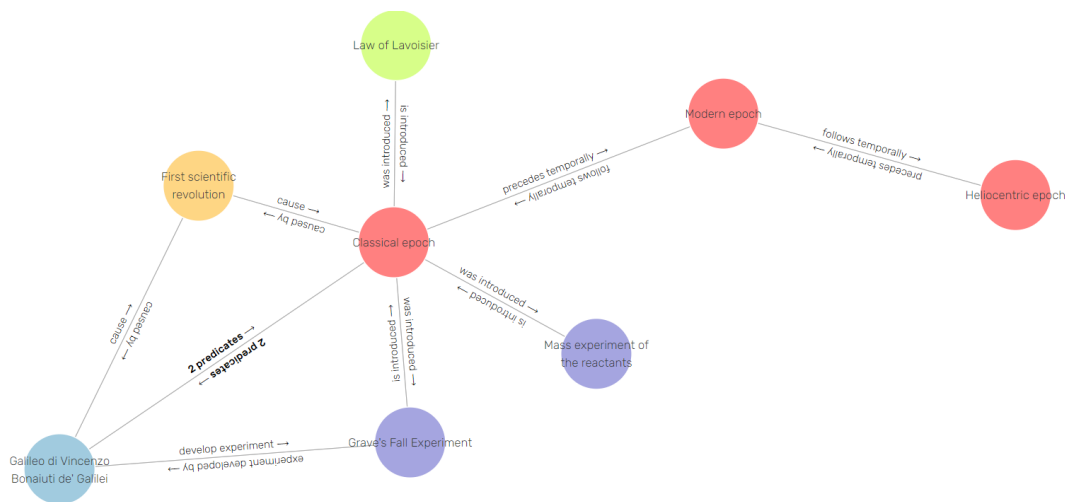


Figura 14: Template per epoca

La figura 14 presenta un ulteriore modo di reperire i dati a partire dall'epoca. Come si può notare dall'epoca si arriva al personaggio che ha vissuto in quell'epoca, ai principi ed esperimenti introdotti, alla causa di nascita di quell'epoca e alle epoche precedenti e successive all'epoca considerata.

Terminato di vedere i possibili template dei dati, passiamo a una visualizzazione tabellare dell'esempio visto nella Documentazione nel capitolo 2.4 .

Soggetto	Predicato	Oggetto
Isaac Newton	ha ruolo	Contributore Leggi della dinamica
Contributore Leggi della dinamica	ha sistematizzato	Prima legge della dinamica
Prima legge della dinamica	è parte di	Dinamica newtoniana
Dinamica newtoniana	è parte di	Teoria meccanicista

Tabella 1: Visualizzazione tabellare di un template di dati.

3 Applicazione client

Tale documento si riferisce all'applicazione client *OntologyScience explorer* sviluppata tramite l'utilizzo del framework *Angular*. L'applicazione permette di comunicare tramite le API REST fornite dal server *graphDB*, in questo caso, che si trova all'indirizzo locale di porta 7200. Per eseguire l'applicazione viene utilizzato il server fornito dal framework stesso *Angular CLI*, che utilizza come porta di ascolto la porta 4200 nell'indirizzo dell'host locale.

Una volta che si hanno entrambe le applicazioni in esecuzione, si può utilizzare al meglio le potenzialità offerte dal suddetto software. In particolare, ci si presenta un menu a sinistra con le varie funzioni offerte dal server per l'utente. Descriviamo tali funzioni.

La funzione "Insert item" permette di inserire una tripla al server e memorizzarla all'interno del knowledge graph presente nel repository di default. Accorgimento importante è di inserire l'IRI completo delle tre risorse che compongono la tripla, compreso il suo fragment identifier separato dalla stringa hashtag '#'.

La controparte di tale funzionalità è "Delete item" che permette di eliminare una tripla presente nel knowledge graph. Nel caso in cui si richieda di eliminare una tripla non esistente, lo stato del sistema rimane invariato.

Proseguendo con la descrizione, si ha una sezione che espone i vocabolari utilizzati nell'ontologia, i quali sono de-referenziabili ai siti web che li espongono.

Una funzionalità chiamata "Items" permette di accedere alla lista di tutti gli individui definiti nel sistema, utilizzando il loro IRI completo. Tale lista permette di de-referenziare tali risorse a un'altra pagina in cui si offre la descrizione fornita dall'ontologia utilizzando il linguaggio RDF, quindi descrizione della risorsa specifica sotto-forma di triple di cui è composta.

Ultima, ma non meno importante, riguarda la funzione indicata come "Item Set". Tale funzione permette di costruire e rendere persistenti dei set di dati personalizzati, in modo che si possano costruire a proprio piacimento dei pattern permessi dall'ontologia stessa. E' possibile creare quanti set si voglia, ed è possibile scegliere un nome che abbia almeno tre caratteri e che siano non utilizzati come nome per altri set già memorizzati.

I set, con i loro dati all'interno, andranno ad essere memorizzati nella cache locale del proprio browser di utilizzo. Conseguenza fondamentale derivata da questo tipo di approccio è di non modificare la scelta di utilizzo di un browser, se non avendo prima esportato tutti i dati precedentemente salvati, ed inoltre di non eliminare la cache altrimenti si eliminano tutti i dati persistenti.

Una volta creato un set, è possibile accedere tramite il suo nome a una nuova interfaccia che servirà per modellare il suddetto set. L'interfaccia permette di estrarre dal knowledge graph i soggetti resi disponibili dalla parte assiomatica dell'ontologia.

Una volta aver scelto l'individuo da inserire nel proprio set, il client metterà a disposizione un'ulteriore lista contenente i predicati disponibili per quel soggetto selezionato in precedenza. Una volta eseguito la selezione del predicato, ancora una volta, il client selezionerà gli oggetti corrispondenti a quel soggetto e predicato memorizzati nel server. Dopo aver selezionato tutti e tre i dati ed aver creato una tripla consentita, è possibile inserirla e memorizzarla nel set specifico di cui si sta costruendo la struttura.

Riferimenti bibliografici

- [B⁺21] Enrico Berti et al. *Metafisica*. Gius. Laterza & Figli Spa, 2021.
- [Ber04] Enrico Berti. *Filosofia pratica*, volume 6. Guida Editori, 2004.
- [dB] R Bedogni-Osservatorio Astronomico di Bologna. Il sistema solare-la genesi.
- [DTBB10] Enrico M Di Teodoro, Fabrizio Bònoli, and Roberto Bedogni. I primi esperimenti sulla caduta dei gravi: Galileo e riccioli. *I primi esperimenti sulla caduta dei gravi*, pages 1000–1009, 2010.
- [Kaz14] Mansoor Kazi. Raising the foundations, 2014.
- [NP65] Isaac Newton and Alberto Pala. *Principi matematici della filosofia naturale*. Utet, 1965.
- [PVGPSF14] María Poveda-Villalón, Asunción Gómez-Pérez, and Mari Carmen Suárez-Figueroa. OOPS! (OntOlogy Pitfall Scanner!): An On-line Tool for Ontology Evaluation. *International Journal on Semantic Web and Information Systems (IJSWIS)*, 10(2):7–34, 2014.
- [R.21] Staff R. Scienze formali, 2021.
- [US21] Rodolfo Mandolfo "Ugo Spirito. Scienza. *Treccani*, 2021.
- [Wik21] Wikipedia. Niccolò copernico — wikipedia, l'enciclopedia libera, 2021. [Online; in data 30-gennaio-2022].
- [Wik22a] Wikipedia. Cinematica — wikipedia, l'enciclopedia libera, 2022. [Online; in data 30-gennaio-2022].
- [Wik22b] Wikipedia. Dinamica — wikipedia, l'enciclopedia libera, 2022. [Online; in data 30-gennaio-2022].
- [Wik22c] Wikipedia. Galileo galilei — wikipedia, l'enciclopedia libera, 2022. [Online; in data 30-gennaio-2022].
- [Wik22d] Wikipedia. Isaac newton — wikipedia, l'enciclopedia libera, 2022. [Online; in data 1-febbraio-2022].
- [Wik22e] Wikipedia. Meccanicismo — wikipedia, l'enciclopedia libera, 2022. [Online; in data 1-febbraio-2022].
- [Wik22f] Wikipedia. Sistema eliocentrico — wikipedia, l'enciclopedia libera, 2022. [Online; in data 30-gennaio-2022].
- [Wik22g] Wikipedia. Teoria — wikipedia, l'enciclopedia libera, 2022. [Online; in data 30-gennaio-2022].
- [Woo15] David Wootton. *The invention of science: A new history of the scientific revolution*. Penguin UK, 2015.