Institut für Übersetzen und Dolmetschen

M.A. Übersetzungswissenschaft

Italienische Abteilung

MASTERARBEIT

# Realizzazione di una risorsa termino-ontologica nel dominio delle malattie infettive di origine virale

Kandidatin: Alice Sanfilippo Matrikelnummer: 3565079

1. Betreuerin: PD Dr. habil. Laura Giacomini

2. Betreuer: Prof. Dr. Vahram Atayan

AKADEMISCHES JAHR 2019-2020

# Indice

**ABSTRACT** 3
**INTRODUZIONE** 4

**1 LA TERMINOLOGIA COME DISCIPLINA** 6

**1.1 EVOLUZIONE DELLA TERMINOLOGIA** 6
**1.2 LA TEORIA GENERALE DELLA TERMINOLOGIA (TGT)** 7
**1.3 ALTRI APPROCCI ALLA TERMINOLOGIA** 9
1.3.1 SOCIOTERMINOLOGIA 9
1.3.2 LA TEORIA COMUNICATIVA DELLA TERMINOLOGIA 10
1.3.3 APPROCCIO SOCIOCOGNITIVO ALLA TERMINOLOGIA 11

**2 ONTOLOGIE: DA DISCIPLINA FILOSOFICA A STRUMENTI DELL'INTELLIGENZA ARTIFICIALE** 14

**2.1 AMBITI DI APPLICAZIONE DELLE ONTOLOGIE** 16
2.1.1 INTELLIGENZA ARTIFICIALE, RAPPRESENTAZIONE E ORGANIZZAZIONE DELLA CONOSCENZA 16
2.1.2 IL WEB SEMANTICO 17

**3 ONTOLOGIE IN TERMINOLOGIA** 19

**3.1 TERMONTOGRAFIA** 20
**3.2 ONTOTERMINOLOGIA** 22
**3.3 TERMINOLOGIA BASATA SUI FRAME** 23

**4 RISORSE TERMINOLOGICHE IN AMBITO BIOMEDICO** 26

***4.1* CLASSIFICAZIONE INTERNAZIONALE DELLE MALATTIE (*INTERNATIONAL CLASSIFICATION OF DISEASES*- ICD)** 27
**4.2 SNOMED CT** 28
**4.3 DISEASE ONTOLOGY (DO)** 31
**4.4 UMLS** 33

**5 IL DOMINIO DELLE MALATTIE INFETTIVE** 36

**5.1 I VIRUS E LA LORO CLASSIFICAZIONE** 38
5.1.1 VIE DI TRASMISSIONE 40
5.1.2 INTERAZIONE VIRUS-ORGANISMO OSPITE 40
5.1.3 MECCANISMI DI DIFESA DELL'OSPITE 42
5.1.4 DIAGNOSTICA, TRATTAMENTO E PREVENZIONE DELLE INFEZIONI VIRALI 43

**6 REALIZZAZIONE DELLA BANCA DATI TERMINO-ONTOLOGICA** 45

**6.1 DEFINIZIONE DELLE CARATTERISTICHE DELLA RISORSA 45**

**6.2 FASE DI DOCUMENTAZIONE 46**
**6.3 REALIZZAZIONE DEL CORPUS ED ESTRAZIONE TERMINOLOGICA 47**
**6.4 CREAZIONE DELL'ONTOLOGIA FORMALE E RAPPRESENTAZIONE DEL DOMINIO 48**
**6.5 INTEGRAZIONE DI INFORMAZIONI LINGUISTICHE ED ONTOLOGICHE CON LEXO 54**
6.5.1 IL MODELLO ONTOLEX-LEMON 54
6.5.2 LEXO 57
**6.6 FONTI DELLE INFORMAZIONI LINGUISTICHE 64**

**CONCLUSIONI 66**

**BIBLIOGRAFIA E SITOGRAFIA 68**
**EIDESSTATTLICHE ERKLÄRUNG 76**
**ALLEGATO I: ONTOLOGIA FORMALE IN OWL 77**

## Abstract

In den letzten Jahrzehnten hat das Interesse der Fachleute an der Terminologie für Ontologien zugenommen, und es gibt mehrere Studien, die sich mit der Anwendung von Ontologien im Rahmen der Terminologiearbeit befassen.

Das Ziel dieser Arbeit ist die Realisierung einer terminologisch-ontologischen Ressource im Bereich der Infektionskrankheiten viralen Ursprungs: eine terminologische Datenbank, die durch eine formale Ontologie unterstützt wird.

Die Fragestellung, die dieser Forschungsarbeit zugrunde liegt, ist folgende: Kann eine formale Ontologie, die eine Terminologieressource begleitet, ein Hilfsmittel sein, das den Übersetzer beim Verständnis der konzeptuellen Struktur des zu untersuchenden Bereichs unterstützt?

Die Ontologie zielt daher darauf ab, eine Wissensbasis darzustellen, in der die zwischen ihnen bestehenden Konzepte und Beziehungen organisiert sind. Das Projekt hat nicht den Anspruch, eine vollständige und endgültige Ressource zu sein, aber es wird als Modell vorgeschlagen, das in dem Fall anwendbar ist, in dem die Entwicklung einer Ontologie in die mehrsprachige Terminologiearbeit integriert werden soll.

Das Ziel dieser Arbeit ist es auch, ein Modell für die Sammlung einer Terminologie zu schaffen, bei dem die beiden Ebenen, aus denen sich die Terminologie zusammensetzt, nämlich die linguistische und die konzeptuelle, getrennt, aber gleichzeitig miteinander verbunden sind. Um eine Datenbank dieser Art zu erstellen, wurde LexO-lite verwendet: ein Editor für termino-ontologische Ressourcen, der von Forschern des Instituts für Computerlinguistik „A. Zampolli" in Pisa entwickelt wurde.

## Introduzione

La terminologia e la sua organizzazione hanno rappresentato fin dall'inizio di questo percorso di studi un argomento di particolare interesse. Avere a disposizione valide risorse terminologiche, come glossari o dizionari specialistici, risulta infatti di fondamentale importanza durante il processo traduttivo e influenza profondamente la qualità del prodotto finale. Inoltre, come è noto, un buon grado di familiarità con l'argomento dei testi che si traducono agevola il lavoro del traduttore in maniera considerevole. Le ontologie pertanto, in quanto artefatti volti alla rappresentazione della conoscenza di un dato dominio, appaiono essere uno strumento molto utile che si confà a questo scopo: avvicinare il traduttore al dominio di interesse. Negli ultimi decenni è infatti cresciuto l'interesse da parte degli addetti ai lavori nell'ambito dell'attività terminologica per questo tipo di artefatti, e sono diversi gli studi che inseriscono all'interno dell'attività terminologica l'applicazione di ontologie.

L' obiettivo di questo lavoro è la realizzazione di una risorsa termino-ontologica nel dominio delle malattie infettive di origine virale: una banca dati terminologica supportata da un'ontologia formale.

La scelta del dominio deriva dall'avere svolto durante il biennio di studi un corso di traduzione specialistica in ambito medico con un focus sull' infettivologia. Parallelamente, le vicende contemporanee riguardanti l'attuale pandemia di COVID-19 hanno fatto sì che il tema in questione diventasse ancor più argomento di particolare interesse.

La domanda alla base di questo lavoro di ricerca è la seguente: può un'ontologia formale, che affianca una risorsa terminologica, essere strumento di supporto al traduttore nel comprendere la struttura concettuale del dominio di interesse?

L'ontologia si propone quindi di rappresentare una base di conoscenza, in cui vengono organizzati i concetti e le relazioni esistenti tra di essi. Il progetto realizzato non ha la pretesa di essere una risorsa completa e definitiva, ma si propone come modello applicabile nel caso in cui si voglia integrare nell'ambito del lavoro terminologico multilingue anche lo sviluppo di un'ontologia.

Lo scopo di questa tesi è, inoltre, quello di realizzare un modello per la raccolta terminologica dove i due livelli che compongono la terminologia, quello linguistico

e quello concettuale, sono separati, ma allo stesso tempo collegati tra di loro. Per poter realizzare una banca dati di questo tipo è stato utilizzato LexO: un *editor* di risorse termino-ontologiche sviluppato dai ricercatori dell'Istituto di Linguistica Computazionale "A. Zampolli" di Pisa.

Nella prima parte della tesi verranno illustrati i fondamenti teorici su cui si basa il progetto. In particolare, nel primo capitolo viene illustrata l'evoluzione della terminologia in quanto disciplina, partendo dall'elaborazione della Teoria Generale della Terminologia ad opera dell'ingegnere austriaco Eugen Wüster, per arrivare ai più recenti approcci di tipo descrittivo.

Nel secondo capitolo si presentano le ontologie in quanto artefatti utilizzati nell'ambito della ricerca sull'Intelligenza Artificiale e i settori in cui queste trovano maggiormente applicazione. Successivamente, nel terzo capitolo, si presentano alcuni approcci alla terminologia che hanno visto nelle ontologie uno strumento utile ai fini del lavoro terminologico.

Nel quarto capitolo vengono presentati dei sistemi di organizzazione della conoscenza e risorse terminologiche esistenti nel dominio biomedico, analisi che risulta fondamentale per la creazione dell'ontologia in questione, poiché permette di capire come il dominio viene organizzato in altri sistemi di raccolta di conoscenza.

Nel quinto capitolo viene presentato il dominio delle malattie infettive e vengono fornite informazioni, considerate imprescindibili, per poter portare avanti un lavoro terminologico in questo settore.

Infine, nell'ultimo capitolo, vengono illustrate nel dettaglio tutte le fasi della creazione della banca dati termino-ontologica: dalla fase di ideazione della risorsa, al metodo utilizzato per la concettualizzazione del dominio, all'implementazione dei dati ontologici e linguistici attraverso l'ausilio di LexO.

# 1 La terminologia come disciplina

La terminologia si occupa dello studio, della raccolta e della descrizione dei termini del linguaggio specialistico e del loro utilizzo, e può essere considerata oggi come una vera e propria disciplina scientifica autonoma, attorno alla quale sono state sviluppate nel corso dei decenni numerose teorie e metodi. Il termine "terminologia" può essere concepito con diverse accezioni. Con esso si intende sia l'attività volta alla raccolta, descrizione e presentazione di termini in una o più lingue e alle procedure utilizzate a questo scopo, sia la disciplina che descrive i principi teorici necessari per spiegare le relazioni tra i concetti e i termini fondamentali al fine di condurre un'attività terminologica coerente nel senso della prima accezione, ed infine il lessico di una particolare area di interesse (Sager 1990, 3). Un importante carattere distintivo della terminologia è la sua multidisciplinarietà, essa infatti è a stretto contatto con numerose discipline che vanno dalla linguistica alla semiotica. Questa sua caratteristica è ben illustrata dalla definizione data dall' Associazione Internazionale di Terminologia nel 1982 (in Sager 1990, 4):

> 'Terminology is concerned with the study and use of the systems of symbols and linguistic signs employed for human communication in specialised areas of knowledge and activities. It is primarily a linguistic discipline—linguistics being interpreted here in its widest possible sense—with emphasis on semantics (systems of meanings and concepts) and pragmatics. It is inter-disciplinary in the sense that it also borrows concepts and methods from semiotics, epistemology, classification, etc. It is closely linked to the subject fields whose lexica it describes and for which it seeks to provide assistance in the ordering and use of designations. Although terminology has been in the past mostly concerned with the lexical aspects of specialised languages, its scope extends to syntax and phonology. In its applied aspect terminology is related to lexicography and uses techniques of information science and technology."

Nelle sezioni che seguono verrà illustrata l'evoluzione della terminologia, in particolare nell'ultimo secolo, e come essa è stata oggetto di attenzione da parte di diverse aree accademiche che ne hanno preso in considerazione il suo aspetto multidisciplinare.

## 1.1 Evoluzione della terminologia

Sebbene il bisogno di dare un nome agli oggetti è stato sentito fin dall'antichità, ci sono voluti dei secoli prima che emergesse l'idea di una disciplina che si occupasse

dei problemi legati alla denominazione degli oggetti e che proponesse delle metodologie per risolverli (cfr. Rey 1995). Inoltre è stato necessario ancora tanto tempo prima che alla terminologia venisse riconosciuto lo status di disciplina autonoma. All'inizio del XVI secolo cominciano ad essere redatte quelle che vengono definite come "nomenclature" o "liste di nomi": raccolte di termini specialistici di determinati settori, che non erano però facilmente distinguibili da quelli che allora venivano chiamati "dizionari" (ibidem). I primi lavori riconducibili ad un'attività terminologica sistematica risalgono al XVIII secolo, ad opera di scienziati provenienti da diverse discipline, quali la botanica, la chimica e biologia, che avevano compreso la necessità di denominazioni univoche che rendessero la comunicazione specialistica più precisa (Soglia 2002, 9). Anche durante il XX secolo, il rapido sviluppo della tecnologia richiedeva non solo la denominazione di nuovi concetti, ma anche il consenso tra i termini utilizzati. Anche in questo periodo ad interessarsi di terminologia non erano tanto linguisti o studiosi di discipline sociali ma ingegneri e tecnici (Cabré 1999, 2).

## 1.2 La Teoria Generale della Terminologia (TGT)

La nascita della terminologia moderna è riconducibile al 1930, grazie al contributo di Eugen Wüster, un ingegnere austriaco, considerato, ancora oggi, il fondatore della disciplina terminologica. Si noti che anche Wüster proveniva da un ambiente accademico che non era quello linguistico, ma il suo interesse a quest'ambito nasce dalla volontà di eliminare l'ambiguità dalla comunicazione tecnico-scientifica. Per Wüster la terminologia è un ambito di studio dal carattere interdisciplinare che combina aspetti della linguistica, la logica, l'ontologia e l'informatica. Ci si riferisce spesso alla corrente teorica e metodologica elaborata da Wüster come Scuola di Vienna e al filone teorico da lui elaborato come Teoria Generale della Terminologia (TGT), (*die Allgemeine Terminologielehre*).

Al centro della teoria wüsteriana c'è la convinzione che "jede Terminologiearbeit geht von den Begriffen aus. Sie zielt auf scharfe Abgrenzung zwischen den Begriffen" (Wüster 1991, 1). I concetti sono quindi considerati come il focus dell'attività terminologica e in più la sfera concettuale viene considerata come indipendente

da quella dei termini. I concetti sono percepiti come delle entità astratte che si riferiscono agli oggetti nel mondo reale e i termini sono solo la loro rappresentazione linguistica. Inoltre, secondo Wüster l'unico aspetto linguistico a cui deve interessarsi la terminologia è il vocabolario, le denominazioni dei concetti (i termini), mentre sintassi e morfologia rimangono escluse da questa osservazione, poiché per questi aspetti ci si può rifare alle regole della lingua generale. Altro aspetto fondamentale della terminologia sono le relazioni esistenti tra i concetti, Wüster (1991, 5) sottolinea a questo proposito che:

> "Die Terminologiearbeit geht nicht nur von den Begriffen aus, sondern sie untersucht alle Begriffe eines Sachgebietes in Zusammenhang, d.h. als Teile eines Begriffssystems. Das führt zwangsläufig dazu, dass alle grundlegenden Fachwörterbücher heute "systematisch" geordnet sind [...]. Die Wortstellen schreiten von den Oberbegriffen zu den Unterbegriffen fort oder vom Ganzen zu seinen Teilen".

Le relazioni a cui ci si riferisce sono relazioni di tipo logico e ontologico. Wüster propone quindi un approccio prettamente onomasiologico dell'attività terminologica in cui i concetti, all'interno del sistema concettuale, vengono considerati come punto di partenza da designare attraverso un termine. In opposizione all'approccio semasiologico che viene impiegato in lessicografia, dove il punto di partenza sono le parole, i segni grafici.

Un'ulteriore differenza tra la lingua generale e la terminologia è che nella prima vige quella che Wüster definisce come *Ist-Norm,* vale a dire l'uso reale della lingua, mentre scopo della terminologia è quello di stabilire una *Soll-Norm* per evitare che la coesistenza di diversi termini crei eccessiva confusione. L'attività terminologica è quindi volta a definire in maniera univoca concetti e termini. In questo modo si aspira quindi ad una standardizzazione della comunicazione specialistica, e che quindi la *Soll-Norm* diventi la *Ist-Norm.*

Si possono quindi sintetizzare gli obiettivi della Teoria Generale della Terminologia di Wüster come segue (Cabré 2003, 166):

- eliminare l'ambiguità dai linguaggi specialistici attraverso la standardizzazione della terminologia, rendendoli così efficienti strumenti di comunicazione;
- convincere tutti gli utilizzatori dei linguaggi specialistici dei benefici di una terminologia standardizzata;
- istituire una disciplina terminologica che possa servire a scopi pratici e attribuirle lo status di scienza.

## 1.3 Altri approcci alla terminologia

Questo approccio totalmente volto alla standardizzazione, che invece di osservare l'uso concreto dei linguaggi specialistici, si pone come obiettivo quello di fissare delle regole da seguire al fine di evitare l'ambiguità, sebbene abbia rappresentato per diversi decenni un importante punto di riferimento, è stato successivamente molto criticato. La volontà di dare alla terminologia degli approcci più descrittivi ha fatto sì che nascessero, soprattutto negli ultimi quarant' anni, nuovi approcci teorici che tendono a trattare la terminologia in quanto mezzo volto alla rappresentazione e alla diffusione del sapere specialistico, che è quindi soggetto alla variabilità dettata dalla situazione comunicativa. Nelle sezioni che seguono verranno trattati tre approcci che si muovono lungo questo filone teorico: la Socioterminologia, la Teoria Comunicativa della Terminologia e l'approccio Sociocognitivo.

### 1.3.1 Socioterminologia

La Socioterminologia che ha origini a partire dagli anni Ottanta in Francia e nella parte francofona del Canada, propone un approccio sociolinguistico alla terminologia, e vede come uno dei suoi principali teorizzatori il linguista francese François Gaudin. L'approccio è tipo descrittivo in quando si concentra ad osservare l'utilizzo concreto dei termini all'interno della società, tenendo conto della variazione di questi in base al contesto d'uso sociale. Secondo questa teoria, i termini non sono delle unità linguistiche isolate e delle mere etichette da attaccare ai concetti, ma sono dei veri e propri segni linguistici (Gaudin 2005, 82). In quanto tali questi non possono essere monosemici e in rapporto univoco con il concetto che

designano. Inoltre, anche il discorso scientifico è soggetto a variazioni sociolinguistiche e quindi caratterizzato da fenomeni quali polisemia e sinonimia. Questo approccio propone lo studio dei termini sia in sincronia che in diacronia.
Secondo Faber e López Rodríguez (2012, 15)l'importanza di questo orientamento sociolinguistico alla terminologia sta nel fatto di aver aperto la strada ad altre teorie della terminologia che tengono, altresì, conto di fattori sociali e comunicativi, e che fondano i propri principi teorici nel modo in cui i termini sono effettivamente usati nel discorso specialistico.

### 1.3.2 La Teoria Comunicativa della Terminologia

La Teoria Comunicativa della Terminologia (Cabré 2000) viene elaborata da Maria Teresa Cabré alla fine degli anni Novanta. Questa parte dall'assunto che la terminologia sia un ambito interdisciplinare che riunisce in sé fondamenti di linguistica, scienze cognitive e scienze sociali e, in quanto tale, può essere analizzata da diverse prospettive. Questa è, altresì, caratterizzata dalla critica della teoria wüsteriana, considerata incapace di affrontare l'interdisciplinarietà della terminologia. La Teoria Generale della Terminologia viene considerata quindi insufficiente per spiegare la complessità che caratterizza la comunicazione specialistica. In particolare, Cabré condivide le critiche mosse alla TGT che partono dalle tre prospettive riguardanti le discipline che caratterizzano la terminologia. Dal punto di vista sociale, dal momento che la terminologia ha un ruolo comunicativo, l'accettanza dei termini a livello sociale viene considerata più importante della standardizzazione. A livello linguistico, la critica riguarda la quasi comparazione della teoria tradizionale ad un linguaggio artificiale e, in quanto tale, esente delle caratteristiche tipiche della lingua generale. Infine dalla prospettiva cognitiva, la teoria dei concetti, considerati come assoluti, uniformi e chiusi dentro un sistema statico, sostenuta dalla TGT, è vista come troppo idealista, in quanto non evidenzia che anche questi possono presentare una certa variabilità poiché condizionati dal punto di vista sociale (Cabré 2000, 40–41). Oggetto di studio della terminologia sono per Cabré le cosiddette "unità di conoscenza specializzata" che hanno una duplice funzione: rappresentare e trasmettere la conoscenza specialistica. Non si tratta tuttavia di una rappresentazione artificiale, ma affinché la terminologia possa

assolvere al suo scopo comunicativo deve essere reale, ovvero deve poter essere utilizzata in modo efficace, diretto e appropriato; e dal momento che è reale, questa implica, naturalmente, una varietà di forme di espressione (Cabré 2000, 45). Questa caratteristica di variabilità deve essere rispecchiata nelle metodologie applicate al lavoro termologico, che devono quindi avere un approccio descrittivo e non prescrittivo che annulla la variazione. Tuttavia, Cabré ammette che una terminologia prettamente volta alla rappresentazione ha la sua utilità in quei contesti dove l'obiettivo è, ad esempio, la standardizzazione della comunicazione internazionale. La terminologia comunicativa è utile in contesti quali la traduzione e la comunicazione specialistica in contesti sociolinguistici che presuppongono la variazione. Le unità terminologiche oggetto di studio della terminologia vanno analizzate sia in quanto unità appratenti ad un sistema linguistico, sia in quanto unità che hanno scopo comunicativo. Cabré (2003) si chiede se è possibile combinare l'approccio semiotico e quello linguistico. Il primo è quello caratteristico della teoria tradizionale, che mette al centro il concetto come unità indipendente dalla sua designazione. Secondo l'approccio linguistico invece le unità terminologiche sono una combinazione di forma e contenuto, i termini non hanno quindi il compito di designare, ma hanno anche un aspetto cognitivo perché è attraverso questi che si attribuisce il significato. Per rispondere alla domanda Cabré (2003) propone la cosiddetta *theory of the doors,* un modello che cerca di rappresentare l'accesso molteplice, ma non contemporaneo alle unità terminologiche. In questo modo è possibile trattare tali unità terminologiche in maniera diretta sia che il punto sia partenza il termine, il concetto o la situazione. Per chiarire brevemente l'oggetto di studio della Teoria Comunicativa della Terminologia, Cabrè (2003, 187) afferma che *at the core of the knowledge field of terminology we, therefore, find the terminological unit seen as a polyhedron with three viewpoints: the cognitive (the concept), the linguistic (the term) and the communicative (the situation*).

### 1.3.3 Approccio sociocognitivo alla terminologia

La linguista belga Rita Temmerman propone un approccio di tipo sociocognitivo alla terminologia. Anche questo viene presentato come soluzione per far fronte

all'insufficienza della teoria tradizionale. In particolare Temmerman (2000, 4–16) individua cinque principi della TGT che risultano inadeguati:

1. approccio onomasiologico: i concetti vengono considerati come il punto di partenza del lavoro terminologico e come entità esistenti nel mondo, ma esterni alla lingua;

2. i concetti non vanno studiati isolatamente, ma come parte di un sistema concettuale, che può essere elaborato sulla base di un attento studio delle caratteristiche dei concetti. Per poter fare ciò è quindi necessario delineare in maniera chiara i concetti così da poterli distinguere in maniera inequivocabile dagli altri facenti parte dello stesso sistema concettuale;

3. le definizioni dei termini devono essere sempre di tipo intenzionale, vale a dire devono specificare tutte le caratteristiche del concetto da definire, in quanto più sistematiche di qualunque altro tipo di definizione;

4. il principio di univocità secondo cui un termine è assegnato in modo permanente a un concetto, che deve essere designato da un solo termine e, a sua volta, un termine deve riferirsi ad un solo concetto;

5. il principio di sincronia: la Scuola di Vienna non tiene in considerazione l'evoluzione della lingua in quanto il focus della sua attività è il sistema concettuale.

Temmerman obietta come segue ad ognuno di questi principi:

1. i concetti non possono essere visti come isolati dalla lingua, in quanto questa gioca un ruolo fondamentale nella comunicazione e concezione di questi;

2. molti concetti non possono essere definiti e distinti chiaramente da altri;

3. non si può stabile a priori un tipo di definizione che deve essere applicato indistintamente a tutti concetti, ma questo dipende strettamente dal tipo di concetto in questione;

4. i termini non possono essere univoci, ma nell'uso concreto della lingua, fenomeni quali la polisemia e la sinonimia si presentano anche nei linguaggi specialistici;
5. i concetti e di conseguenza i termini evolvono nel tempo e, per questa ragione, anche in terminologia è necessario uno studio diacronico.

L'approccio sociocognitivo inverte il punto di partenza: da concetti ai termini. In questa prospettiva la lingua gioca un ruolo fondamentale nel processo di comprensione del mondo. Nell'approccio proposto da Temmerman l'attenzione viene spostata dai concetti alle cosiddette unità di comprensione. La linguista afferma che alcune di queste, le categorie, hanno una struttura prototipica, che a differenza dei concetti (organizzati secondo strutture logiche e ontologiche) non possono essere descritte secondo i principi della teoria terminologica tradizionale (2000:43). Questo approccio sostituisce quindi il metodo tradizionale che procede delineando prima un concetto per poi dargli un nome, con un approccio basato sulla comprensione che assegna direttamente i nomi alle unità di comprensione, che hanno come ulteriore tratto distintivo quello di essere caratterizzati spesso da sinonimia e polisemia. Per poter essere definite, alcune categorie non possono essere collocate all'interno di un sistema concettuale con una struttura logica e ontologica, in modo da ottenere una definizione che indica il termine sovraordinato e tutte le caratteristiche necessarie che distinguono il concetto dai concetti correlati. L'autrice ritiene che alcuni termini si riferiscono ad un ampio spettro di attività e in questo modo si sovrappongono e interagiscono con numerose discipline, per questa ragione non possono essere definiti come parte di un struttura logica o ontologica (Temmerman 2000, 86).

## 2 Ontologie: da disciplina filosofica a strumenti dell'Intelligenza Artificiale

L'ontologia è nel suo significato originale, una branca della filosofia che studia le strutture dell'essere in quanto tale e cerca di individuare le caratteristiche comuni a tutti gli esseri. Si tratta di una disciplina dedita allo studio della realtà e degli oggetti che la costituiscono.

Negli ultimi decenni il termine ontologia è stato preso in prestito da altre discipline, in particolare in ambito informatico, dove le ontologie, in quanto artefatti, vengono utilizzate per facilitare la rappresentazione di porzioni del mondo reale di domini specifici. Ciò che accomuna filosofia e informatica è il fatto che entrambe le aree di indagine ricercano dei modelli, che attraverso l'organizzazione di dati rilevanti, possano strutturare un'astrazione della realtà (cfr. Leonardi 2012). Queste vengono applicate soprattutto nell'ambito della ricerca sull' Intelligenza Artificiale e dell'Ingegneria della Conoscenza come modo per organizzare, condividere e riutilizzare la conoscenza. Gruber (1993, 199), uno dei primi a descrivere un'ontologia in campo informatico, descrive un' ontologia come "una specificazione esplicita di una concettualizzazione", dove, con "concettualizzazione" si intendono gli oggetti, i concetti e altre entità che si presumono esistere in una data area di interesse e le relazioni esistenti tra di questi. Una concettualizzazione è quindi una visione del mondo astratta e semplificata che per qualche motivo si vuole rappresentare. La definizione presentata da Gruber viene poi ampliata da Studer et al. (1998, 184) che definiscono un'ontologia come "una specificazione formale e esplicita di una concettualizzazione condivisa". Anche in questo caso con "concettualizzazione" ci si riferisce ad un modello astratto di un fenomeno del mondo, dopo aver identificato i concetti rilevanti del dato fenomeno. I concetti e i vincoli sul loro uso sono definiti in maniera esplicita. Un'ontologia deve inoltre riflettere la conoscenza accettata e condivisa da un gruppo di esperti. Le ontologie sono infine formali, poiché espresse in linguaggi formali che siano comprensibili dai computer.

Un' ulteriore definizione di ontologia viene fornita da Guarino (1998, 4), che la descrive come "un artefatto ingegneristico, costituito da un vocabolario specifico usato per descrivere una certa realtà, più una serie di assunti espliciti che

riguardano il significato delle parole del vocabolario". Le ontologie definiscono quindi i termini usati per descrivere e rappresentare un'area della conoscenza e possono essere utilizzate da umani, database e applicazioni, per condividere informazioni in un particolare dominio. Un'ontologia definisce quindi i concetti, le relazioni tra i concetti e altre distinzioni rilevanti per modellare un dominio. Gli elementi costituenti di un'ontologia (Gruber 1993)sono:

- classi: i concetti astratti o concreti di un dato dominio;
- relazioni: le interazioni tra i concetti del dominio;
- funzioni: un tipo concreto di relazioni attraverso cui un elemento viene identificato con un'altra funzione che comprende diversi elementi dell'ontologia;
- istanze: gli elementi appartenenti alle classi;
- assiomi: affermazioni che sono sempre vere, che possono essere utilizzate per verificare la correttezza o dedurre nuove informazioni.

Le classi hanno solitamente una struttura gerarchica e sono suddivise a loro volta in sottoclassi, rendendo l'organizzazione dei concetti ancora più specifica. Le istanze di una sottoclasse ereditano tutte le caratteristiche della classe sovraordinata.
A differenza delle lingue naturali, che sono soggette ad interpretazioni soggettive, i linguaggi formali non sono ambigui, ma possono essere interpretati in un unico modo. Ciò rende le ontologie uno strumento che permette la rappresentazione della conoscenza in maniera univoca e chiara.
Da modello teorico in ambito filosofico, le ontologie sono divenute, in questa nuova accezione, strumenti di organizzazione della conoscenza all'interno di applicazioni informatiche.
Guarino (1998, 7-8) distingue diversi tipi di ontologie:

- *top level ontologies*: ontologie che descrivono concetti molto generali come, ad esempio, tempo e spazio, che sono indipendenti da problemi o domini particolari. È quindi sensato che esistano delle ontologie di questo tipo disponibili per diverse comunità di utenti;

- *domain ontologies* o *task ontologies:* ontologie che descrivono il vocabolario riferito ad un dominio particolare o una particolare attività in cui si specificano i termini introdotti nelle ontologie *top-level;*
- *applications ontologies*: ontologie che descrivono concetti che dipendono sia da un dominio che da una attività particolare e spesso sono specificazioni della *domain ontology* e dalla *task ontology* ad essa correlata.

## 2.1 Ambiti di applicazione delle ontologie

Come sottolinea Fensel (2001), la ragione per cui le ontologie sono diventate così popolari è fortemente dipendente da ciò che esse promettono di fornire: una comprensione condivisa e comune di un dominio che può essere comunicata tra persone e sistemi applicativi. Nei seguenti paragrafi si illustrerà quali sono gli ambiti dove le suddette promesse appaiono particolarmente accattivanti e quali sono i campi dove le ontologie trovano maggiormente applicazione.

### 2.1.1 Intelligenza Artificiale, rappresentazione e organizzazione della conoscenza

Come già menzionato, gli ambiti principali in cui le ontologie trovano attualmente applicazione sono quelli legati alla ricerca sull'Intelligenza Artificiale, in particolare in un'area: l'Ingegneria della Conoscenza (*Knwoledge Engineering*), il cui scopo è quello di creare sistema basati sulla conoscenza (*knowledge-based system,* KBS), vale a dire modelli computazionali con competenze di *problem-solving* paragonabili a quelle di un esperto di un dominio. Per fare ciò, è necessario che questi sistemi abbiamo accesso alla conoscenza che deve essere modellata in maniera strutturata (cfr. Studer, Benjamins, e Fensel 1998). Di questo compito, nello specifico, si occupa un'ulteriore branca dell'Intelligenza Artificiale, quella della Rappresentazione della Conoscenza (*Knowledge Representation),* definita *come* "the field of study concerned with using formal symbols to represent a collection of propositions believed by some putative agen*t"* (Brachman, Levesque, e Reiter 1992, 4). L'intelligenza umana è infatti strettamente influenzata dalla conoscenza. Molte delle decisioni che prendiamo quotidianamente sono basate sulle cose che sappiamo del mondo, o su quello che crediamo. Strumento di cui questa disciplina si serve è quello del

*reasoning,* ovvero il ragionamento che permette la manipolazione dei simboli che rappresentano un insieme di proposizioni per produrne nuove. Tali proposizioni devono essere abbastanza concrete per poter essere manipolate. I ragionamenti automatici funzionano sulla base di inferenze logiche, per cui da affermazioni (proposizioni) iniziali vengono tratte delle conclusioni logiche (ibidem). Le ontologie rappresentano un valido strumento da applicare a questo scopo, in quanto modelli computazionali che permettono alcuni tipi di ragionamenti automatici e pertanto possono processare in maniera automatica i dati.

### 2.1.2 Il Web Semantico

Un ulteriore ambito dove le ontologie ricoprono un importante ruolo è quello dello sviluppo di tecnologie per il Web Semantico. L'idea del Web Semantico, proposta nel 2001 dall'informatico britannico Tim Berners Lee, è quella di voler attribuire alle informazioni presenti sul web un significato (da qui semantico), e collegarle fra di loro. Da un web fatto di informazioni che sono collegate tra di loro attraverso dei *link,* ci si propone di passare ad un web fatto di dati a cui siano attribuiti dei metadati, che ne specificano il significato e permettano la loro interconnessione. Lo scopo è quindi quello di mettere a disposizione nel web delle informazioni che siano non solo comprensibili da umani, ma che siano leggibili e interpretabili anche da computer. In questo modo si aspira ad una migliore comunicazione tra macchina e utente, per migliorare l'esperienza di quest'ultimo. In questo contesto, le ontologie vengono utilizzate come strumento di codifica delle informazioni, dove le informazioni in esse contenute sono descritte in maniera formale. A questo proposito, il *World Wide Web Consortium* (W3C)[1] che si occupa, tra l'altro, dello sviluppo delle tecnologie del Web Semantico, elabora degli standard tra i quali dei linguaggi formali per la creazione di ontologie. Il più recente tra di essi è OWL (*Web Ontology Language*). OWL è un linguaggio formale basato sulla logica, che permette di esprimere la conoscenza, in modo tale che questa possa essere sfruttata dai

[1] https://www.w3.org/

sistemi informatici per verificare la consistenza di tale conoscenza o per rendere esplicita la conoscenza implicita.[2] OWL è a sua volta basato su un ulteriore standard RDF[3] (*Resource Description Framework*), del W3C, basato su XML, che ha lo scopo di descrivere le risorse e lo scambio di dati nel web. RDF permette di descrivere ogni affermazione come una tripla (soggetto- predicato- oggetto). Un semplice esempio di tripla è la frase: Goethe (soggetto) è autore del (predicato) Faust (oggetto). Ad ogni risorsa viene inoltre attribuito un URI (*Uniform Resource Identifier*): una sequenza di caratteri che permette di identificare in maniera univoca ogni risorsa. Cosi come in RDF, la conoscenza espressa in OWL consiste in affermazioni elementari combinate tra di loro. Le componenti principali di OWL sono:

- Classi: i concetti dell'ontologia;
- proprietà, che si suddividono a loro volta in:
    - *object properties*: relazioni tra elementi dell'ontologia;
    - *datatype properties*: che attribuiscono valori alle classi;
    - *annotation properties*: che aggiungono metadati agli elementi dell'ontologia;
- individui: istanze delle classi.

Quest'ultimo è il formato in cui è stata realizzata l'ontologia nell'ambito di questo progetto. Le ontologie in quanto strutture che permettono di organizzare e rappresentare la conoscenza, in maniera indipendente dalle lingue naturali possono essere un valido supporto anche nell'ambito dell'attività terminologica, e sicuramente quelle di particolare interesse sono, in questo ambito, le ontologie di dominio. Inoltre la terminologia stessa può essere considerata come un'importante strumento di organizzazione del sapere, che permette di individuare le unità di conoscenza di un ambito specifistico per rendere lo scambio comunicativo più efficace (cfr. Cabré 1999).

---

[2] https://www.w3.org/OWL/

[3] https://www.w3.org/RDF/

## 3 Ontologie in terminologia

La natura interdisciplinare della terminologia è stata riconosciuta sin dai suoi primi sviluppi. Wüster stesso descrive la terminologia come un "Grenzgebiet zwischen Sprachwissenschaft, Logik, Ontologie, Informatik und den Sachwissenschaften" (Wüster 1972). In particolare, in questa sezione ci si propone di analizzare la relazione esistente tra la terminologia e l'area dell'informatica che si occupa dello sviluppo delle ontologie. Vedremo quindi come l'applicazione di questi artefatti computazionali possono essere un valido supporto al lavoro terminologico, così come quello portato avanti nel quadro di questo progetto. Cabré (1999, 52)definisce la relazione tra la terminologia e l'informatica come una relazione bilaterale in cui entrambe beneficiano l'una dall'altra. L'informatica produce strumenti utili per processare la terminologia, che rendono il lavoro terminologico più agevole e, a sua volta, la terminologia fornisce all'informatica strutture concettuali utili per lo sviluppo dell'Intelligenza Artificiale e dei sistemi esperti. Anche lo sviluppo di ontologie nell'ambito del Web Semantico può trarre vantaggio dalle competenze dei linguisti, nello specifico di quelli che si occupano di linguistica computazionale e terminologia. Uno dei limiti delle ontologie è, infatti, quello di non possedere sufficienti informazioni linguistiche utili per il loro impiego in questo ambito. Il parallelismo tra le due discipline è sicuramente dipendente dal fatto che gli obiettivi dell'attività terminologica e delle ontologie presentano numerosi elementi in comune. Da un lato l'obiettivo di un terminografo è quello di raccogliere tutti i termini riguardanti un dominio specialistico, fornire delle definizioni appropriate e individuare le relazioni semantiche esistenti tra di loro; parallelamente il compito di chi si occupa di sviluppare le ontologie è quello di organizzare i concetti di un dato dominio, individuarne le relazioni, fornire delle defezioni non ambigue di questi, codificati in un linguaggio formale, in modo tale da permettere lo scambio di messaggi univoci tra software. Si può allora evincere che entrambe le discipline creano delle "organizzazioni mentali" dei domini presi in analisi, e aspirano entrambe ad una comunicazione non ambigua tra i soggetti presi in analisi attraverso delle definizioni adeguate (Spyns e Bo 2004, 280). Entrambe le discipline si occupano quindi di organizzare e rappresentare la conoscenza in maniera

sistematica. Per questa ragione soprattutto negli ultimi decenni è stata valutata la possibilità di utilizzare le ontologie come base per numerose raccolte terminologiche. In più sono state elaborate delle vere e proprie teorie e degli approcci pratici si propongono di combinare terminologia e ontologie. Tra i primi ad intuire il potenziale dalle tecnologie dell'Intelligenza Artificiale per la rappresentazione della conoscenza per migliorare la qualità dell'attività terminologica furono Meyer et al. (1992), che introdussero le cosiddette basi di conoscenza terminologica (*Terminological Knowledge Base)*, che sono applicazioni che rendono esplicito ciò che un esperto del dominio sa dei concetti denotati da elementi lessicali specialistici. Nelle seguenti sezioni verranno presentati alcuni approcci all'attività terminologica che prevedono l'applicazione di ontologie. Si tratta della Termontografia di Temmerman e Kerremans, della Ontoterminologia di Roche e della Terminologia basata sui Frame di Faber.

## 3.1 Termontografia

Nell'ambito dell'approccio sociocognitivo alla terminologia (Temmerman 2000), Temmerman e Kerremans del Dipartmento di Linguistica Applicata della Libera Università di Bruxelles, hanno elaborato un metodo denominato Termontografia (Temmerman e Kerremans 2003). Si tratta di un approccio multidisciplinare che combina teorie e metodi dell'approccio sociocognitivo alla terminologia multilingue e metodi e linee guida per l'analisi ontologica. Il metodo consiste in una prima fase di analisi, durante la quale si definisce lo scopo del progetto termontografico, la portata del dominio e le esigenze dell'utente; alla fine di quest'analisi viene creato un *Termontology Specification Report* (TSR) in cui viene riportato quali devono essere i contenuti e il formato della banca dati terminologica che deve essere creata. Durante la suddetta fase viene inoltre creato un *categorisation framework*, un sistema indipendente dalla lingua, all'interno del quale vengono inseriti le categorie rilevanti per il dominio. Il metodo utilizza un approccio *middle-out* che consiste nell'identificazione, attraverso il supporto degli esperti del dominio, delle categorie e delle relazioni generali, che fungeranno da modello per l'estrazione delle informazioni da un corpus. La fase che segue è quella di compilazione di un corpus del dominio in questione anche attraverso il supporto di esperti. Una fase successiva

prevede l'estrazione dal corpus di termini e categorie a cui viene assegnata una collocazione all'interno del *categorisation framework*; al suo interno vengono inoltre inseriti i *pattern* verbali, rintracciati nel corpus, che indicano relazioni intercategoriali. Il risultato di questa estrazione costituisce una prima versione della banca dati. In seguito, durante la fase di rifinitura verranno aggiunti ulteriori informazioni riguardanti i termini della banca dati, come ad esempio il contesto di occorrenza di questi. Seguono a questo punto una fase di verifica e una di convalida; durante la prima viene controllata la coerenza e la correttezza della banca dati terminologica, mentre durante la fase di convalida viene controllato che questa corrisponda ai requisiti che erano stati definiti all'inizio del lavoro e riportati nel TSR. Gli autori di questo approccio sottolineano l'importanza di un *categorisation framework*, creato da specialisti del dominio, per poi andare ad individuare nel corpus come le diverse categorie sono lessicalizzate nelle diverse lingue e nei diversi sistemi appartenenti a culture diverse. A lingue e culture diverse possono infatti corrispondere categorizzazioni diverse. Il *categorisation framework* permette di allineare i termini corrispondenti in diverse lingue e, in alcuni casi, può anche succedere, che alcuni termini non abbiano equivalenti in altre lingue poiché alcuni concetti sono specifici solo di alcune lingue. Il *categorisation framework* rappresenta una struttura ontologica vale a dire: concetti e relazioni tra i concetti arricchite da informazioni linguistiche. In questo modo è possibile accedere ai concetti e alla relazione tra di loro attraverso le informazioni terminologiche in un linguaggio naturale, rendendo così più facile l'accesso alle ontologie di dominio, e di conseguenza il coordinamento, allineamento, *mapping* e riutilizzo di queste (De Baer, Kerremans, e Temmerman 2006, 127). Per poter, però, identificare i concetti e le loro relazioni è fondamentale specificare il contesto in cui questi appaiono, poiché questo ne influenza il significato. Si tratta quindi di un approccio che tiene estremamente conto delle dei termini in quanto unità di comprensione che sono parte fondamentale nella comprensione del significato dei concetti.

## 3.2 Ontoterminologia

Un altro paradigma teorico che prevede la combinazione di ontologie e risorse terminologiche è l'*Ontoterminologia* proposto dal *Condillac Reasearch Group* guidato da Christophe Roche. L'approccio proposto è un approccio onomasiologico che parte dal concetto per arrivare al termine. Roche et al. (2009) ritengono che gli esperti, seppur concordino sulla concettualizzazione di un dato dominio, non siano spesso d'accordo sulle definizioni dei termini scritte in lingue naturali. Ontologie e terminologia condividono lo stesso obiettivo: consentire la comunicazione e la condivisione del sapere tra agenti, siano questi umani o macchine (Roche 2012, 2627). Per questa ragione la proposta avanzata dai ricercatori è un metodo che combini i due approcci: l'Ontoterminologia, un paradigma teorico e pratico che pone al centro i concetti e con lo scopo di creare delle ontoterminologie. Un'ontoterminologia è definita "come una terminologia il cui sistema concettuale è un'ontologia formale (Roche et al. 2009, 325) e i cui termini, che siano essi d'uso o normalizzati, sono collegati ai concetti definiti nell'ontologia formale". Roche et al. partono dal presupposto che la terminologia si basi due sistemi distinti: il sistema linguistico, legato al discorso specializzato, e quello concettuale. Roche (2007) afferma che "saying is not modelling*":* per ottenere una concettualizzazione di un dominio non è infatti sufficiente estrarre informazioni da un corpus testuale, perché modellare un dominio richiede conoscenze extralinguistiche non presenti in un corpus testuale. La concettualizzazione deve quindi venire effettuata da esperti del dominio, in un linguaggio formale. Nelle ontoterminologie i termini e concetti, in quanto appartenenti a sistemi semiotici diversi, devono essere separati e, allo stesso modo, le definizioni dei termini devono essere separate dalle definizioni dei concetti. L'approccio prevede che esistano due tipi di definizioni: le definizioni formali dei concetti, che ne specificano le caratteristiche che li identificano in maniera univoca e lo distinguono dagli altri concetti, e le definizioni dei termini che illustrano il significato e l'uso del termine da un punto di vista linguistico. Anche in questo caso si assiste a un discostarsi dalla terminologia tradizionale che nel suo tentativo di standardizzazione, che rimane certamente obiettivo fondamentale anche nell'ontoterminologia, non lascia spazio alla varietà della lingua, che può

assumere forme diversa a seconda del contesto d'uso. Pur condividendo la stessa concettualizzazione di un dominio, di fatto, comunità diverse possono utilizzare termini diversi per denotare lo stesso concetto. L'ontologia è vista come strumento che permette, attraverso la sua struttura di relazioni tra i concetti, di accedere a informazioni relative ai concetti. Ancor più delle informazioni testuali riguardanti un dominio tecnico, di grande utilità per la concettualizzazione dello stesso sono gli schemi che descrivono le entità fisiche e le parti di cui sono composte. Diversi schemi, collegati tra di loro, creano una rete di concetti in relazione; attraverso la navigazione all'interno di tali schemi si ha accesso a concetti più o meno dettagliati. Il metodo dell'ontoterminologia è quindi un metodo che procede dai concetti ai termini. Di seguito si riportano le fasi che tale metodo prevede. Nella costruzione di una ontoterminologia, la prima fase consiste nell' individuazione da parte degli esperti del dominio dei concetti e delle loro relazioni. Alla fine di questa fase si otterrà una rete concettuale semi-formale costituita, prevalentemente, da relazioni partitive e gerarchiche. Successivamente, i concetti vengono definiti formalmente in un'ontologia. A questo punto vengono individuate le unità linguistiche, i termini, che vengono definiti in una o più lingue naturali e in seguito questi vengono associati ai concetti che erano stati precedentemente definiti.

Nell'ambito di questo progetto di ricerca è stato inoltre sviluppato un *software* per la creazione di ontoterminologie multilingue, Tedi[4], che permette di definire i termini nelle diverse lingue in maniera indipendente. Questo è dotato di due *editor* separati: quello dei concetti e quello dei termini. I termini nelle diverse lingue vengono poi collegati attraverso l'ontologia formale condivisa. Il *software* permette alla fine l'esportazione dell'ontologia nei linguaggi formali più comuni per poter essere riutilizzata in altre applicazioni.

## 3.3 Terminologia basata sui frame

Anche nell'ambito della terminologia basata sui frame, le ontologie possono essere viste come artefatti per strutturare la conoscenza. La terminologia basata sui frame

4 http://ontoterminology.com/tedi

(*Frame-based terminology*) è proposta dalla linguista ispanico-statunitense Pamela Faber ed è un approccio, che come si può evincere dal nome stesso, riprende il concetto di *frame* dalla Semantica dei Frame di Fillmore. I *frame* rappresentano una schematizzazione di un evento e delle strutture mentali che organizzano il pensiero. Secondo questa teoria per comprendere la struttura semantica di un verbo è necessario capire le proprietà dell'intera scena da questo attivata (Faber Benítez, Márquez Linares, e Vega Expósito 2005). Alla base del concetto di *frame* vi è l'idea che il significato sia strettamente dipendente dal contesto. In questo approccio terminologico il concetto di *frame* viene adattato al proprio scopo, che è quello di strutturare i domini specialistici e creare delle rappresentazioni che siano indipendenti da un linguaggio naturale specialistico. Secondo Faber, un ulteriore vantaggio dei *frame* è quello di rendere esplicito il comportamento semantico e sintattico delle unità linguistiche specialistiche, comprendendo la descrizione delle relazioni concettuali e le possibilità combinatorie dei termini. Così come l'uso della lingua può evocare dei *frame* che richiamano strutture della conoscenza per completare il *background* di conoscenza, allo stesso modo, una base terminologica ben strutturata, dovrebbe evocare i *frame* più rilevanti di una parola, e fornire esempi d'uso. I *frame* si riflettono, a livello linguistico, nelle relazioni lessicali codificate nelle definizioni terminografiche (Faber e Lopez Rodriguez 2012). La rappresentazione di un'area specialistica non può limitarsi ad essere una lista di oggetti tradotti in entità linguistiche, ma è necessario che i concetti vengano collocati in un contesto particolare fatto di processi dinamici che definiscono e descrivono l'evento principale nel settore specialistico in questione (Faber Benítez, Márquez Linares, e Vega Expósito 2005, 2).

A livello pratico quest'approccio al linguaggio specialistico si concentra su: 1) organizzazione concettuale; 2) la natura multi-dimensionale delle unità specialistiche della conoscenza; 3) l'estrazione di informazioni semantiche e sintattiche attraverso l'utilizzo di corpora multilingue (Araúz, Faber, e Martínez 2012, 97). Questo approccio comprende inoltre delle intuizioni della Semantica Ontologica che opera sul presupposto secondo cui è possibile ridurre qualsiasi affermazione in un linguaggio naturale in una rappresentazione indipendente dalla

lingua. Dal momento che uno degli obiettivi dell'attività terminologica è quella di definire i dati in maniera più standardizzata possibile, e le ontologie offrono la possibilità di attribuire rappresentazioni linguistiche in una o più lingue a una stessa rappresentazione concettuale, che sia indipendente dalla lingua, queste rappresentano un valido strumento per eliminare la confusione a livello terminologico e concettuale e permettono, inoltre, un alto grado di interoperabilità tra i dati. EcoLexicon[5] è uno dei progetti più importanti portato avanti nel quadro di questo approccio alla terminologia. Si tratta di una raccolta terminologica multilingue nel dominio ambientale, dove la struttura concettuale è rappresentata da un tesauro visuale. Al suo interno ogni concetto appare nel contesto di un *frame* specializzato che evidenzia la sua relazione con altri concetti, e rende esplicite le sue denominazioni nelle diverse lingue della risorsa. EcoLexicon è definita come un'ontologia su base linguistica, in quanto le informazioni in essa presenti sono state estratte da testi specialistici e dalle definizioni terminologiche (Araúz, Faber, e Martínez 2012, 100). Per la realizzazione di EcoLexicon, così come per la terminologia basata sui *frame*, sono state individuate delle categorie *top-level* che sono configurate in un evento prototipico all'interno del dominio ambientale. Questo fornisce dei modelli o dei *frame* per tutte le azioni e i processi che si svolgono nel dominio preso in considerazione e per le entità che vi partecipano. Il *frame* prototipico di EcoLexicon è strutturato come un'ontologia in cui le diverse categorie rappresentano le classi.

5 http://ecolexicon.ugr.es/en/index.htm

# 4 Risorse terminologiche in ambito biomedico

In un dominio come quello biomedico, al fine di favorire la corretta interpretazione dei dati e la standardizzazione nell'utilizzo del linguaggio, appare fondamentale organizzare la conoscenza e la terminologia ad essa legata. Negli ultimi decenni è cresciuto sempre di più il bisogno di gestire, organizzare e scambiare i dati clinici depositati nei diversi sistemi informativi medico-sanitari, sia per scopi epidemiologici, ma anche per garantire una corretta gestione del processo di cura del paziente, sia all'interno di una singola organizzazione sanitaria, sia tra i diversi operatori sanitari che scambiano tali dati (Cardillo 2014, 51). Questo è possibile solo quando sistemi computerizzati sono in grado di comprendere il significato delle, informazioni, vale a dire quando queste sono dotate di "interoperabilità semantica"(Duclos et al. 2014, 16). Al tal fine, esistono svariate tipologie di risorse, spesso raggruppate nella denominazione comune di "sistemi terminologici" (*terminological systems*) (Carvalho 2018, 57). Un sistema terminologico viene definito come: "un sistema che organizza le relazioni tra i termini e i concetti in un dominio, e nel caso in cui è necessario, li associa a regole, relazioni, definizioni e codici" (Duclos et al. 2014, 22). A questo tipo di risorse appartengono "vocabolari", "terminologie", "tesauri", "sistemi di classificazione". Cimino (1998) evidenzia che, data la diffusa applicazione di sistemi informatici in ambito biomedico, sono necessari degli strumenti che favoriscano l'interoperabilità tra di questi e, a questo scopo, evidenzia dei desiderata per i vocabolari controllati (collezioni di termini ai quali è attribuito un significato) in ambito biomedico. La premessa è che questi possano essere applicabili a risorse con diversi scopi. In particolare Cimino propone 12 caratteristiche che le terminologie biomediche devono avere. Tra di queste c'è la necessità che il dominio venga rappresentato in maniera più completa possibile e che le risorse vengano sviluppate attraverso delle metodologie che permettano l'ampliamento del contenuto. Altra caratteristica fondamentale delle terminologie è che queste siano *concept-oriented*, ogni concetto deve avere un significato unico e coerente che, una volta stabilito, non può più essere modificato. Deve inoltre essere possibile creare delle gerarchie polidimensionali, per consentire diverse classificazioni. Ogni concetto deve avere una definizione formale, ovvero una

definizione che possa espressa come un insieme di relazioni con gli altri concetti presenti nel sistema. La granularità del sistema deve essere multipla, poiché a seconda dell'utente è richiesto un grado diverso di specificità.

Nelle sezioni che seguono verranno presentate nel dettaglio alcuni esempi di sistemi di organizzazione della conoscenza nel dominio biomedico, che presentano diverse caratteristiche a seconda dello scopo per cui sono stati realizzati. Si tratta della Classificazione Internazionale delle Malattie (*International Classification of Diseases*- ICD), la *Diesease Ontology* (DO), SNOMED CT e UMLS (*Unified Medical Language System)*. Ai fini del seguente progetto appare necessario comprendere come il dominio preso in considerazione, e più in generale, quello biomedico, viene trattato e organizzato in diversi sistemi nonostante questi abbiano delle finalità diverse.

## 4.1 Classificazione Internazionale delle Malattie (*International Classification of Diseases*- ICD)

La Classificazione Interazionale delle Malattie (*International Classification of Diseases*- ICD) è uno standard stilato dall'Organizzazione Mondiale della Sanità (OMS) per la classificazione delle malattie. ICD[6] definisce malattie, disturbi, lesioni e altri problemi sanitari correlati, organizzandoli in maniera gerarchica e permettendo di archiviare e recuperare, in maniera semplice, informazioni sanitarie; inoltre permette di condividere e confrontare informazioni sanitarie in ospedali, paesi, regioni e condizioni diverse ed offre la possibilità di confrontare i dati di una stessa regione in periodi diversi. Nello specifico, ICD è organizzata in 22 capitoli e le malattie vengono raggruppate nei seguenti gruppi (OMS 2016):

- malattie epidemiche;
- malattie costituzionali o a carattere sistemico;
- malattie localizzate, ordinate per sede anatomica;
- malattie dello sviluppo;
- traumatismi.

[6] https://www.who.int/classifications/icd/en/

Ad ogni malattia è attribuito un codice alfanumerico di cui il primo carattere è una lettera, associata al capitolo corrispondente, e il resto sono dei numeri. Sebbene esistano diversi criteri di classificazione, questa classificazione appare la più conveniente a fini epidemiologici. La classificazione viene quindi utilizzata principalmente a scopi epidemiologici e statistici in quanto fornisce un linguaggio comune per la segnalazione e il monitoraggio delle malattie. ICD viene utilizzata in oltre 100 Paesi nel mondo, per lo più per segnalare le cause di morte, ed è tradotta in 43 lingue, tra cui italiano e tedesco. L'attuale versione è ICD-10, che viene attualizzata ogni anno. Nel 2018 è stata rilasciata ICD-11 che verrà utilizzata a partire dal 2022. Tra le novità di questa nuova versione vi è quella di essere collegata ad altre classificazioni e terminologie rilevanti. In relazione al dominio preso in considerazione in questo progetto, le malattie infettive in ICD-10 sono inserite nei diversi capitoli in base a diversi criteri: a seconda dell'agente scatenante, dell'apparato interessato o della fase di vita in cui la malattia insorge. Nello specifico esse sono inserite per lo più nel Capitolo I (Alcune malattie infettive e parassitarie), ed in altre sezioni, ad esempio nel Capitolo X (Malattie dell'apparato respiratorio) e nel Capitolo XVI (Alcune condizioni patologiche che insorgono nel periodo perinatale) (Diercke et al. 2018). Inoltre, ai fini di questo progetto è interessante che i codici ICD, in alcuni casi, vengono inseriti come informazioni aggiuntive in risorse quali ad esempio banche dati, che contengono anche informazioni di tipo terminologico come la banca dati medica *Pschyrembel Online*[7]. In questo caso l'integrazione di ICD-10 permette anche la ricerca dei codici all'interno della banca dati.

## 4.2 SNOMED CT

Snomed CT[8] (Systematized Nomenclature of Medicine - Clinical Terms), distribuita dall' *International Health Terminology Standards Development Organization*

[7] https://www.pschyrembel.de/

[8] https://browser.ihtsdotools.org/

*(IHTSDO),* viene definita come la raccolta terminologica più completa e più usata nel mondo, nel settore clinico. Si tratta di una raccolta di informazioni biomediche organizzata in maniera sistematica ed elaborabile da computer, che fornisce codici, termini, sinonimi e definizioni, utilizzati nella documentazione clinica. Lo scopo della risorsa è di fungere da strumento per la condivisione e il riuso di informazioni cliniche; i concetti di SNOMED possono infatti essere combinati per descrivere una condizione complessa. SNOMED CT è disponibile in diverse lingue, ma al momento il tedesco e l'italiano non sono tra queste. Il modello logico di SNOMED (Figura 1) è basato sulla logica descrittiva e al suo interno le componenti principali sono: concetti, descrizioni e relazioni (IHTSDO 2018).

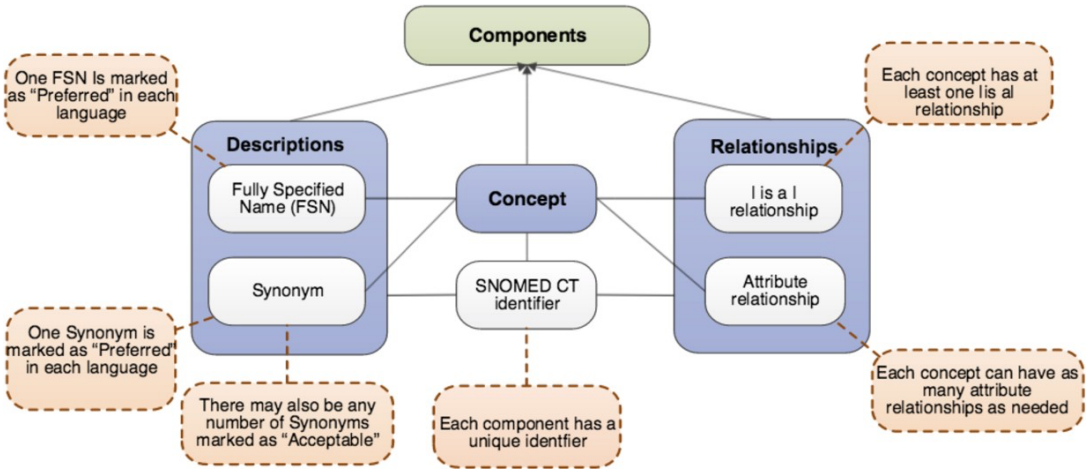


**Figura 1: Modello logico SNOMED CT**

I concetti sono organizzati in gerarchie che vanno dai concetti più generali e che via via diventano più specifici. Ad ogni concetto è attribuito un significato clinico unico e un identificatore numerico leggibile da computer, che permette di riferirsi ad ogni concetto in maniera univoca, ma che non ha nessun significato interpretabile da umani. Ad ogni concetto è attribuita anche una descrizione testuale che lo rende comprensibile a esseri umani. Le descrizioni sono di due tipi: nomi specificati per intero (*Fully Specified Name* - FSN) e sinonimi. Il FSN rappresenta una descrizione univoca e non ambigua usato per distinguere i significati dei diversi concetti. Un sinonimo, invece, è un termine che può essere utilizzato per selezionare un concetto.

Un concetto può avere diversi sinonimi così che gli utenti possano scegliere il termine che preferiscono (tra i sinonimi disponibili per riferirsi ad un dato concetto). Tuttavia i sinonimi associati ad un concetto non sono necessariamente unici, due concetti diversi possono infatti avere lo stesso sinonimo. In questi casi ci si riferisce all'identificatore del concetto per l'interpretazione del sinonimo. Ogni concetto ha inoltre un solo sinonimo che viene indicato come "preferito", mentre non c'è limite al numero di sinonimi etichettati come "accettabili". Altra componente essenziale del modello logico di SNOMED sono le relazioni, utilizzate per descrivere un'associazione tra due concetti. Queste sono di due tipi, le relazioni gerarchiche (*subtype relationships)* indicate con il costrutto |is a|[9] o le relazioni che forniscono un attributo ad un concetto (*attribute relationships).* Anche alle relazioni è attribuito un identificatore unico che identifica il tipo di relazione e i concetti che queste collegano[10].Fatta eccezione dei concetti più generici, che sono collocati all'apice della gerarchia, da tutti i concetti di SNOMED parte almeno una relazione del tipo |is a|. In questo modo la gerarchia che si crea con i concetti di SNOMED è di tipo poligerarchico, poiché ogni concetto può essere collegato con una relazione del genere |is a| a più di un concetto. Le *attribute relationships* sono invece utilizzate per attribuire un valore o una caratteristica a un concetto, vale a dire per definire il significato semantico di un concetto. Queste quindi non possono essere utilizzate indifferentemente a tutti i concetti, ma a seconda delle loro caratteristiche hanno determinati *domain* e *range*. Il *domain* si riferisce al concetto da cui la relazione "parte" mentre il *range* è rappresentato dal concetto che serve da "destinazione" per un determinato attribuito. Si veda nella Figura 2 un esempio di rappresentazione grafica di relazioni che definiscono il concetto |Viral hepatitis type C|. All'interno del rettangolo viola vengono visualizzati l'identificatore unico e FSN del concetto. Il colore viola indica che il concetto è considerato come un *Fully Definied Concept*, vale a dire che le caratteristiche che lo definiscono sono sufficienti per distinguere il suo significato da quello di altri concetti simili (IHTSDO 2020, 54). La prima relazione

[9] In SNOMED le relazioni vengono indicate tra barre verticali (||)
[10] https://confluence.ihtsdotools.org/display/DOCGLOSS/relationship

che definisce il concetto è una relazione gerarchia che afferma che |Viral hepatitis type C disorder| |is a| Viral hepatitis|.

Le relazioni indicate in giallo sono delle *attribute relationships*, mentre i concetti in blu sono concetti definiti come primitivi, in quanto la loro definizione non è sufficiente per far sì che questi vengano distinti da concetti simili (IHTSDO 2020, 100).

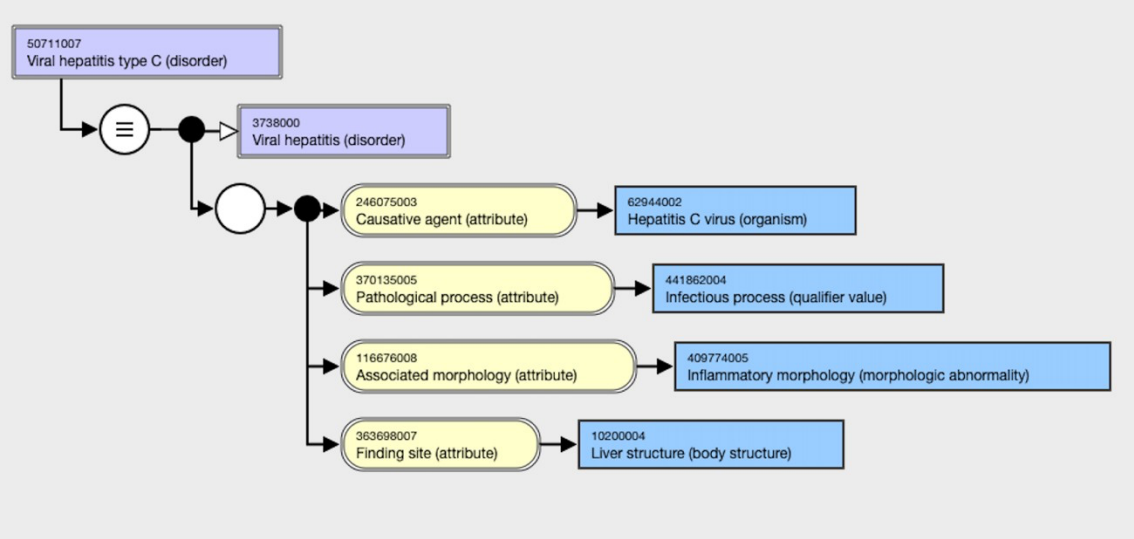


**Figura 2: Diagramma |Viral hepatits type C|**[11]

Sebbene creata a scopo diverso della risorsa ideata nell'ambito di questo progetto, si è ritenuto che le caratteristiche della struttura ontologica di SNOMED CT fossero, in una certa misura conciabili, con gli obiettivi del presente lavoro. Anche nel nostro caso infatti si vuole ottenere un'organizzazione sistematica dei concetti. Per questa ragione, come si vedrà nella sezione 6.4, in alcuni casi vengono applicati i concetti di SNOMED CT all'interno dell'ontologia creata.

## 4.3 Disease Ontology (DO)

La Disease Ontology (DO) (Lynn M Schriml et al. 2019) è un'ontologia formale in OWL *open source* dell'*Institute for Genome Sciences* della Facoltà di Medicina

[11]Fonte: https://browser.ihtsdotools.org/?perspective=full&conceptId1=50711007&edition=MAIN/2020-03-09&release=&languages=en

dell'Università del Maryland, che, come è deducibile dal nome stesso, è organizzata attorno al concetto di malattia.

La DO è stata sviluppata al fine di creare un'unica struttura per la classificazione delle malattie che unificasse in un'ontologia la rappresentazione del concetto di malattia nelle diverse terminologie e vocabolari esistenti (Lynn Marie Schriml et al. 2012). In particolare, nella DO una malattia (*disease*) è definita come "a disposition [...] to undergo pathological processes that [...] exists in an organism because of one or more disorders in that organism"(Lynn Marie Schriml et al. 2012, D943). Lo scopo della DO è quello di fornire una definizione chiara per ogni malattia, con una classificazione basata sulla loro eziologia[12] o sulla loro posizione anatomica, che ne consenta l'uso coerente e l'applicazione per l'annotazione dei dati biomedici. L'ontologia è inoltre collegata ad altre risorse esistenti in ambito biomedico e integra al suo interno i nomi dei concetti e i codici identificatori di altre risorse come, ad esempio, quelli delle già menzionate SNOMED CT e ICD, così che tutte queste risorse siano semanticamente connesse. Per quanto riguarda le malattie infettive queste sono organizzate nella DO in base all'agente patogeno che le causa, si veda la Figura 3.

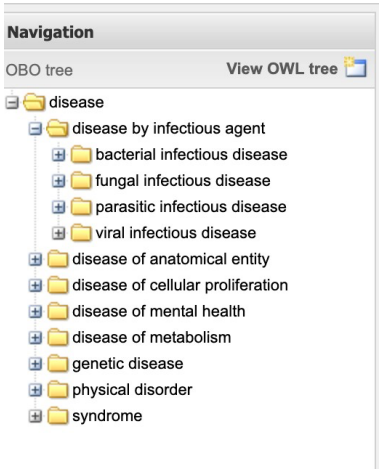


**Figura 3: Organizzazione malattie infettive DO[13]**

[12] In medicina l'eziologia è lo studio delle cause delle malattie http://www.treccani.it/enciclopedia/eziologia/

La DO è consultabile attraverso un'interfaccia Web che presenta tre sezioni:

- Pannello di Ricerca: attraverso cui è possibile avviare delle ricerche all'interno dell'ontologia;
- Pannello di Navigazione: all'interno del quale si può navigare interattivamente nella gerarchia ad albero dell'ontologia e nelle sub-gerarchie;
- Pannello dei Contenuti: dove vengono visualizzati i risultati della ricerca, i metadati dei termini e la rappresentazione grafica dei termini e delle relazioni terminologiche.

Alle classi dell'ontologia, chiamate dagli sviluppatori "termini", sono attribuite delle definizioni testuali. Questi sono organizzati in gerarchie, così come è visibile nella Figura 3. La DO è inoltre parte della *Open Biological and Biomedical Ontology (OBO) Foundry:* un collettivo di sviluppatori di ontologie, che si pone l'obiettivo di sviluppare, raccogliere e condividere una serie di ontologie interoperabili in ambito biologico e biomedico.

## 4.4 UMLS

L'UMLS (*Unified Medical Language System)* [14] è un progetto avviato nel 1989 dalla *US National Library of Medicine (NLM)* con lo scopo di migliorare "the ability of computer programs to "understand" the biomedical meaning in user inquiries and to use this understanding to retrieve and integrate relevant machine-readable information for users" (Lindberg, Humphreys, e McCray 1993). In particolare, il progetto si pone come scopo quello di superare due limiti fondamentali al recupero efficace delle informazioni biomediche processabili da computer: l'ampia varietà di modi in cui concetti diversi sono espressi da fonti e persone diverse e l'assenza di un formato standard per la diffusione della terminologia (Lindberg, Humphreys, e

[13] Fonte: https://disease-ontology.org/
[14] https://www.nlm.nih.gov/research/umls/index.html

McCray 1993; Bodenreider 2004). L'UMLS quindi integra e distribuisce una serie di sistemi terminologici che hanno formati, dimensioni ed obiettivi diversi, per promuovere la creazione sistemi e servizi d'informazione biomedici efficaci e interoperabili. Al tal fine, la NLM produce e distribuisce inoltre delle basi di conoscenza, le cosiddette *Knowledge Sources* (*Metathesaurus, Semantic Network* e *SPECIALIST Lexicon*) e dei software ad essi associati, che possono essere usati dagli sviluppatori per creare o migliorare sistemi che elaborano, recuperano e integrano informazioni biomediche e dati sanitari (NML 2009, 1). La principale componente di UMLS è il *Metathesaurus* all'interno del quale vengono incorporati i concetti di diverse terminologie biomediche multilingue (*source vocabularies*), come ad esempio l'ICD (in diverse versioni e lingue) e SNOMED CT. Oltre al *Metathesaurus* le altre due componenti di UMLS sono il Network Semantico (*Semantic Network* ) che fornisce delle categorie *high-level* per categorizzare ogni concetto del *Metathesaurus* e lo *Specialist Lexicon* che fornisce informazioni di natura lessicale. Un tesauro viene in generale definito dalla norma ISO 25964-1: 2011 come: "controlled and structured vocabulary in which concepts are represented by terms, organized so that relationships between concepts are made explicit, and preferred terms are accompanied in lead-in entries for synonyms or quasi-synonyms" (ISO 2011 in ; Carvalho 2018, 64). L'organizzazione del *Metathesaurus* di UMLS procede dai concetti, i termini sinonimi, che provengono dai diversi sistemi terminologici, vengono raggruppati insieme per formare dei concetti. I concetti sono collegati tra di loro attraverso diversi tipi di relazioni, che provengono anch'esse dalle risorse dei termini o sono state elaborati dagli sviluppatori di UMLS. Oltre ad i nomi dei concetti il Metathesaurus accoglie quindi anche altri tipi di informazioni dei *source vocabularies.* Ad ogni concetto è inoltre associato un identificatore unico*, (Concept Unique Identifier - CU*I), che assume quindi un significato attraverso il collegamento a concetti equivalenti in diverse terminologie. Ai concetti vengono inoltre attribuiti ulteriori categorizzazione, i cosiddetti tipi semantici (almeno uno per concetto) che, insieme costituiscono il Network Semantico*,* il cui scopo è quello di fornire una categorizzazione coerente ai concetti a tutti i concetti del Metathesaurus*.* Questo definisce inoltre una serie di relazioni, di vario tipo, esistenti tra i tipi semanticic*.* La Figura 4 rappresenta un estratto del Network Semantico di UMLS.

Infine lo SPECIALIST Lexicon contiene le informazioni lessicali in inglese necessarie per le caratteristiche di *Natural Language Processing* (NLP) che stanno alla base del sistema. Si tratta di informazioni morfologiche, sintattiche e ortografiche relative sia a molti termini del Metathesaurus, sia a parole e verbi che non vi sono incluse.

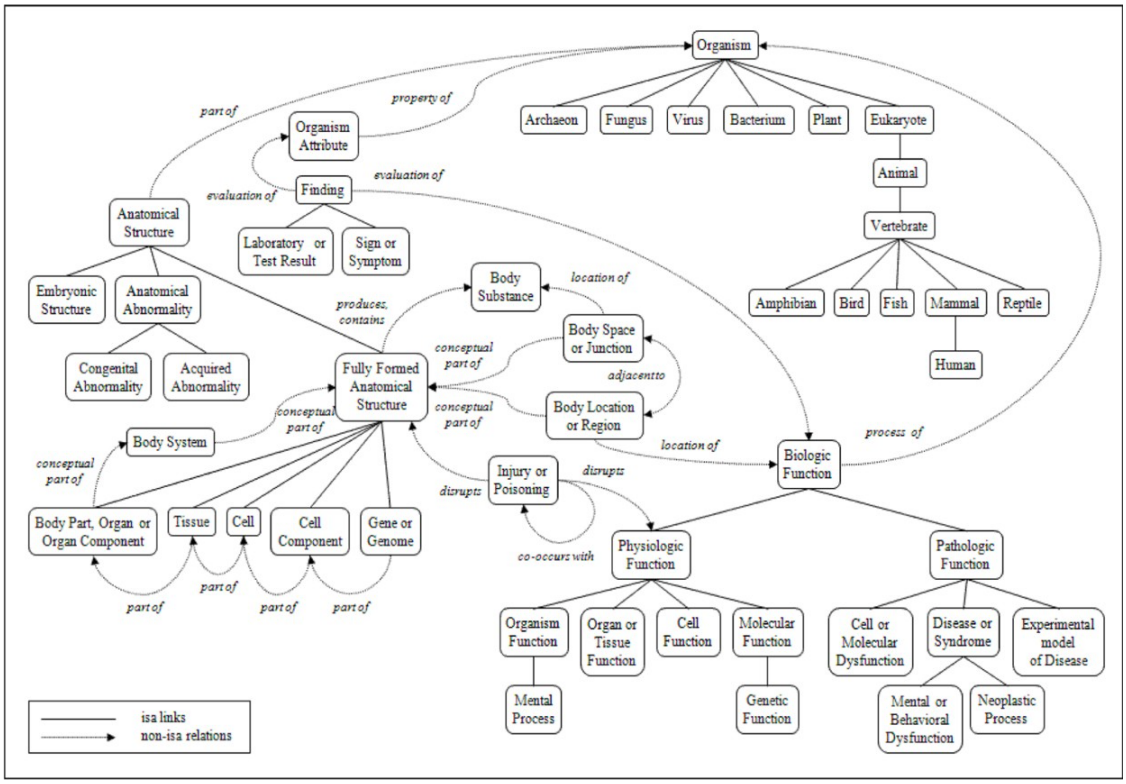


**Figura 4: Estratto del Network Semantico di UMLS[15]**

[15] Fonte: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK9679/figure/ch05.F3/

# 5 Il dominio delle malattie infettive

Come sottolinea Cabré (1999, 118) l'attività terminologica richiede che il terminologo abbia conoscenze a sufficienza riguardo il tema in questione. Ogni lavoro terminologico deve pertanto iniziare con una fase di documentazione riguardo al dominio preso in esame. In questa prima fase sono, infatti, state raccolte delle informazioni teoriche e pratiche fondamentali per la trattazione del dominio delle malattie infettive. In questo capitolo ci si propone di illustrare in maniera riassuntiva le informazioni raccolte durante la fase di documentazione.

La branca della medicina che si occupa delle malattie infettive è l'infettivologia. Secondo il Portale dell'Epidemiologia della Sanità Pubblica, a cura dell'Istituto Superiore di Santità, viene definita malattia infettiva:

> "una patologia causata da agenti microbici che entrano in contatto con un individuo, si riproducono e causano un'alterazione funzionale [...]. I germi che causano le malattie infettive possono appartenere a diverse categorie e principalmente a virus, batteri o funghi". [16]

Data la natura degli agenti patogeni la disciplina dell'infettivologia è a stretto contatto con la microbiologia (in particolare quella medica) che si occupa dello studio dei microrganismi, organismi che a causa delle loro dimensioni non sono visibili ad occhio nudo, ma solo con il microscopio. I microrganismi sono, in senso stretto, organismi unicellulari quali batteri, protozoi, alghe e funghi. In questa categoria vengono inseriti anche i virus, benché questi non dispongano di una struttura cellulare e, per la loro sopravvivenza e replicazione, sono completamente dipendenti dalla cellula che infettano (cellula ospite). Nonostante i progressi della medicina, il miglioramento delle condizioni di vita sociali e igieniche, l'aumento delle misure di prevenzione e della copertura vaccinale nella popolazione che ha contribuito a debellare alcune di queste, le malattie infettive rappresentano una delle principali cause di morte nel mondo, soprattutto nei paesi a basso reddito. In particolare, l'Organizzazione Mondiale della Sanità (OMS) ha inserito tre di loro

[16] https://www.epicentro.iss.it/infettive/#:~:text=Una%20malattia%20infettiva%20%C3%A8%20una,immunitario%20e%20l'organismo%20estraneo.

nella classifica delle 10 principali cause di morte del 2016, a livello globale. Si tratta di infezioni delle vie respiratorie inferiori, malattie diarroiche causate da svariati agenti patogeni e la tubercolosi. Mentre nei paesi a basso reddito tra le 10 principali cause di morte sono presenti anche l'HIV/AIDS e la malaria. [17] Inoltre un'ulteriore causa di preoccupazione a livello sanitario globale è rappresentato dalle malattie infettive emergenti (malattie causate da patogeni "nuovi") e riemergenti (malattie che per un certo periodo erano state considerate sotto controllo, ma che si sono ripresentate in maniera sostanziale). Esempi di malattie infettive e patogeni emergenti sono la variante della malattia di Creutzfeld-Jakob, malattia neurologica cronica degenerativa causata da un agente patogeno responsabile dell'encefalopatia spongiforme bovina, meglio conosciuta come "mucca pazza", o il virus della SARS [18].

Sebbene le malattie infettive siano conosciute dall'uomo da molti secoli, l'intuizione che queste siano causate da microrganismi è piuttosto recente.
In tempi remoti la loro insorgenza veniva attribuita a cause di tipo naturale o alla manifestazione del potere divino che infliggeva delle punizioni agli esseri umani per i peccati commessi. Ippocrate, considerato il padre della medicina moderna, nel III secolo aveva ipotizzato che la causa di alcune malattie potesse risiedere in elementi ambientali, come ad esempio l'aria. Ciò derivava dall'osservazione che le persone che vivevano in aree paludose soffrivano di alcuni tipi di malattie (cfr. Hof, Geginat, e Reischl 2019, 15). Nonostante nel XVIII secolo furono perfezionati i primi microscopi e per la prima volta vennero identificati dei batteri, questi non vennero riconosciuti come la possibile causa delle suddette malattie. All'epoca era ancora accettata la nozione di "generazione spontanea", la teoria secondo la quale la vita poteva nascere in maniera spontanea da materia non vivente (F.H. Kayser 2005, 2). La teoria venne smentita solo nella seconda metà del XIX secolo dal chimico francese Louis Pasteur, il quale dimostrò che la vita non può in alcun modo generarsi in

[17] Global Health Estimates 2016: Deaths by Cause, Age, Sex, by Country and by Region, 2000-2016. Geneva, World Health Organization; 2018

[18] http://www.rssp.salute.gov.it/rssp/paginaParagrafoRssp.jsp?sezione=situazione&capitolo=malattie&id=2668

maniera spontanea ma deve essere in qualche modo "trasmessa ". Il medico e microbiologo tedesco Robert Koch ebbe un ruolo fondamentale nello stabilire il nesso tra i microrganismi e alcune malattie. Qualche decennio dopo, applicando sperimentalmente dei principi che erano già stati formulati da Henle, riuscì ad isolare il batterio responsabile del carbonchio, una patologia che colpiva gli animali, ed inoculandolo in altri animali sani si rese conto che anche questi si ammalavano. Koch formulò così quelli che ancora oggi sono conosciuti come i postulati di Henle-Koch, che stabiliscono le condizioni con cui un microrganismo può considerarsi la causa di una malattia infettiva. I postulati sono i seguenti (cfr. Hof et al. 2019; Kayser, Bienz, e Eckert 2005):

1. il microrganismo sospetto deve essere rilevato in condizioni che corrispondono ai cambiamenti patologici e al decorso clinico della malattia in questione;
2. il microrganismo non deve essere rilevabile in altre malattie o in soggetti sani;
3. deve essere possibile causare attraverso le colture dell'agente patogeno una malattia identica (umana) o simile (animale).

Questi postulati rappresentano ancora oggi un valido contributo nell'individuazione della causa di determinate malattie infettive, seppur con le dovute eccezioni. Infatti in molti casi non è possibile che i patogeni soddisfino tutti i requisiti da essi posti. Nel 1937 il virologo americano Rivers aggiunse ai postulati di Henle-Koch un ulteriore criterio come prova dell'eziologia delle malattie infettive, vale a dire la formazione di anticorpi specifici a seguito dell'interazione tra sistema immunitario e agente infettivo (Hof, Geginat, e Reischl 2019, 17).

## 5.1 I virus e la loro classificazione

Nel contesto di questo progetto è stata concentrata attenzione ad un unico tipo di agente patogeno: i virus. Verranno quindi qui illustrate le principali caratteristiche di questi microrganismi, in quanto entità in grado di infettare l'organismo umano.

I virus, come illustrato precedentemente, non possono essere considerati degli organismi perché privi di una struttura cellulare e di metabolismo proprio e per questa ragione, per sopravvivere e replicarsi hanno necessità di una cellula ospite.

Non si tratta quindi di veri e proprio esseri viventi in senso stretto. I virus vengono definiti come parassiti intracellulari obbligati, questa denominazione sta ad indicare sia la dipendenza dei virus dal metabolismo della cellula ospite (parassiti), che il loro obbligo assoluto di compiere il ciclo vitale all'interno della cellula ospite (intracellulari obbligati) (Antonelli e Clementi 2012b, B1). I virus vengono inoltre definiti come "oggetti biologici non cellulari, perché sono comunque dotati di informazione genetica e si evolvono, adattandosi all'ambiente cellulare in cui si riproducono"[19]La caratteristica che tutti i virus hanno in comune è quindi che possono introdurre il loro materiale genetico nella cellula umana. Poiché il codice genetico è universale per tutti gli organismi viventi e anche per i virus, la cellula umana può produrre proteine dal genoma virale, che sono poi responsabili della produzione di nuovi virus. Questi nuovi virus sono in grado di infettare altre cellule e riprodursi (Herwald e Reinhart 2019, 16).
La struttura dei virus è in generale così costituita (Murray 2017, 141):

- un tipo di acido nucleinico, DNA o RNA, a singolo o doppio filamento;
- un involucro proteico, il capside, che può assumere diverse forme;
- un eventuale ulteriore rivestimento esterno che circonda il capside, chiamato pericapside o envelope, che proviene dalla membrana della cellula ospite.

Esistono due schemi principali per la classificazione dei virus: una tassonomia formale sviluppata nel corso degli ultimi 40 anni dall' *International Committee for Taxonomy of Viruses* (ICTV), e uno schema sviluppato da David Baltimore, noto come la Classificazione di Baltimore. All'interno del sistema dell'ICTV i virus sono organizzati in vari livelli tassonomici: ordini, famiglie, genere e specie (Madigan e Martinko 2007, 235). La principale distinzione è fatta tra virus a RNA e virus a DNA e gli ulteriori livelli tassonomici si basano sulla struttura del capside, sulla presenza o meno di un envelope e la struttura del genoma (a singolo o a doppio filamento) (Pellett, Mitra, e Holland 2014, 45–46). Il sistema di Baltimore raggruppa tutti i virus

[19] http://www.treccani.it/enciclopedia/virus_%28Dizionario-di-Medicina%29/

conosciuti in sette classi in base al loro tipo di genoma a alle diverse modalità di replicazione. È inoltre possibile classificare le malattie infettive di origine virale in base agli organi bersaglio che interessa l'infezione.

### 5.1.1 Vie di trasmissione

Meccanismo chiave nella diffusione delle malattie infettive è la modalità con cui queste vengono trasmesse da un individuo all'altro. Le modalità di trasmissione sono diverse e dipendono fondamentalmente dall'organo o dal tessuto infettato, dalle vie di eliminazione del virus e dalla stabilità del virus all'ambiente esterno. Si distingue tra trasmissione verticale (dalla madre al figlio) o orizzontale (da individuo a individuo). Alcuni virus possono venire trasmessi in entrambi i modi, come nel caso dell'HIV. La trasmissione orizzontale può essere diretta o indiretta. Nel primo caso i virus penetrano nell'organismo umano attraverso l'apparato respiratorio, l'apparato digerente, l'apparto urogenitale. A questo tipo di trasmissione appartiene anche quella parenterale apparente, ovvero attraverso il sangue, o inapparente attraverso microlesioni della pelle e delle mucose.
La trasmissione orizzontale indiretta è mediata da veicoli intermedi come aghi o siringhe infette, oppure vettori animali. come ad esempio insetti.

### 5.1.2 Interazione virus-organismo ospite

Per poter continuare ad esistere un virus deve completare il suo ciclo d'infezione e produrre altre unità infettive per infettare nuovi ospiti. L'obiettivo di ogni virus è la sopravvivenza e non per forza danneggiare in maniera irrevocabile l'ospite. Ogni infezione virale di un organismo ospite inizia con l'infezione di una cellula da parte del virus, che può penetrare al suo interno attraverso diverse porte d'ingresso, a seconda della tipologia del virus. L'evoluzione dell'infezione virale dipende delle caratteristiche delle cellule o dei tessuti infettati. Affinché un virus possa portare a termine il suo ciclo replicativo, che è costituito da diverse fasi, all'interno di una cellula ospite questo deve infettare una cellula sensibile e permissiva alla sua

replicazione. La patogenesi[20] delle infezioni è il risultato di un conflitto tra la capacità invasiva dell'agente infettante e le difese dell'ospite(Antonelli e Clementi 2012a). In generale un'infezione virale segue delle tappe comuni che sono:

- l'ingresso del virus nell'organismo;
- la replicazione nella sede di primo impianto;
- l'eventuale diffusione della sede di impianto, conseguente disseminazione agli organi bersaglio;
- il passaggio del virus dall'ospite infetto all'ambiente o direttamente a un ospite non infetto (ibidem).

In alcuni casi come ad esempio nel caso dei virus immessi direttamente nel sangue, non avvengono tutti questi passaggi ma il virus raggiunge subito gli organi bersaglio. Se il virus penetra in una cellula che ne permette la replicazione si avrà un'infezione acuta o persistente, che nel caso di continua replicazione virale sarà cronica e latente se il virus rimane all'interno delle cellule senza riprodursi. Dal punto di vista clinico, le infezioni possono essere apparenti o inapparenti e causare patogenesi acute o croniche.[21] Una volta che il virus è penetrato all'interno dell'organismo ospite ed ha compiuto il suo ciclo di replicazione, l'infezione può rimanere localizzata nella sede di primo impianto o diffondersi all'interno dello stesso organo o apparato o può diffondersi all'interno dell'organismo, dando così luogo ad infezioni sistemiche. È inoltre necessario chiarire che non sempre a seguito di un contatto tra virus e organismo ospite ha luogo un'infezione e, soprattutto, non sempre ad un'infezione virale è associata una malattia. In relazione a tutti i virus esistenti in natura, oggi sono relativamente pochi i virus capaci di causare una malattia infettiva.

[20] meccanismo secondo cui si instaura un processo morboso http://www.treccani.it/enciclopedia/patogenesi/

[21] http://www.treccani.it/enciclopedia/infezione-virale_%28Enciclopedia-della-Scienza-e-della-Tecnica%29/

### 5.1.3 Meccanismi di difesa dell'ospite

Una branca della medicina che si interseca con l'infettivologia è l'immunologia: la scienza che studia i meccanismi fisiologici di difesa nei confronti di agenti dannosi, in particolare i microrganismi. Questi meccanismi sebbene numerosi ed eterogenei, operano nel loro complesso come un'unità funzionale unica, il sistema immunitario (Antonelli et al. 2011, 97). I meccanismi di difesa di cui dispone l'organismo umano incidono profondamente sull'evoluzione di un'infezione.

Il sistema immunitario dispone di due componenti: la componente innata e quella acquisita o adattiva. La prima rappresenta la prima risposta dell'organismo ospite all'attacco del virus che esso mette in atto non appena riconosce una struttura estranea, si tratta di processi aspecifici. L'immunità acquisita (Burioni 2012a, 50–51) invece è estremamente specifica e, nel caso di un infezione virale, ha due funzioni: impedire l'infezione di altre cellule ed eliminare le cellule già infettate. Questa si distingue tra immunità cellulo-mediata e immunità umorale. Nel caso della risposta immunitaria acquisita è come se l'organismo si "ricordasse" del virus così da reagire più velocemente nel caso l'infezione si dovesse ripresentare. Si tratta dello stesso meccanismo che utilizzano i vaccini (Roossinck 2018, 44). Il principio che sta alla base della risposta immunitaria acquisita è la memoria immunologica, ovvero la capacità del sistema immunitario di ricordare quali microrganismi estranei hanno già attaccato l'organismo in passato, e di rispondere velocemente. Nonostante il nostro corpo disponga di meccanismi di difesa, che riescono in molti casi a bloccare o attenuare l'attacco dei virus, in alcuni casi tuttavia, questi possono rappresentare una seria minaccia per la sopravvivenza. Ciò avviene soprattutto nel caso di soggetti immunocompromessi, il cui sistema immunitario non è in grado di fronteggiare un'eventuale infezione. Inoltre la risposta immunitaria può contribuire indirettamente ai danni causati dall'infezione virale, innescando dei cosiddetti meccanismi immunopatogenetici. Anche la riposta immunitaria può quindi contribuire ed influenzare l'evoluzione della malattia. Particolare preoccupazione rappresentano inoltre le infezioni causate da agenti patogeni emergenti, le cui caratteristiche spesso poco conosciute rendono più difficile la cura, e malattie già conosciute per cui non esiste un vaccino e una cura sempre efficace.

### 5.1.4 Diagnostica, trattamento e prevenzione delle infezioni virali

Nella diagnosi delle malattie infettive di origine virale, la prima fase è la diagnosi di tipo clinico, che comprende l'anamnesi ed un esame clinico, e questa risulta sufficiente nel caso di alcune malattie infettive (es. morbillo, rosolia, influenza). In altri casi è necessario che vengano condotti dei test diagnostici di laboratorio per individuare l'agente patogeno. Questo risulta indispensabile in alcuni casi, come ad esempio quando si prospetta una profilassi o terapia specifica, quando si cerca l'agente eziologico di nuove o gravi patologie o quando si tratta di pazienti immunodepressi (Riva e Gentile 2012, B59). In generale le tecniche si basano su due approcci: approccio diretto e approccio indiretto. I metodi di rilevazione diretta sono quelli che prevedono l'identificazione del virus direttamente nel campione clinico e comprendono l'isolamento virale, la ricerca di antigeni virus-specifici, particelle virali o acidi nucleinici virali. L'approccio indiretto invece prevede un'analisi sierologica, volta a rintracciare nel sangue gli anticorpi diretti contro agenti virali specifici.

La maggior parte delle infezioni decorre senza che vi sia la necessità di un trattamento terapeutico ed eventuali farmaci vengono utilizzati per curare i sintomi e non l'infezione in sé. Anche se in quantità limitata rispetto al numero di virus, esistono dei farmaci antivirali che vengono usati in situazioni specifiche.

Le vaccinazioni rappresentano una delle più importanti ed efficaci misure nella prevenzione e nel contenimento delle malattie infettive. Lo scopo delle vaccinazioni è quello di ottenere l'immunizzazione di intere popolazioni contro uno specifico agente patogeno e la malattia infettiva ad essa associata. Non si tratta quindi di uno strumento volto solo a proteggere il singolo bensì intere comunità, per raggiungere quella che viene definita come immunità di gregge. Grazie ai vaccini alcune malattie infettive, come il vaiolo, sono state debellate mentre l'incidenza di molte è stata fortemente ridotta. L'impiego dei vaccini deriva dall'intuizione, già in tempi remoti, che alcune malattie colpissero un individuo una sola volta nella vita, e che quindi si diventava immuni a quella malattia. Esistono diverse tipologie di vaccini; tra le principali forme di vaccini antivirali vi sono i vaccini a virus attenuato (Burioni 2012b) Questi contengono il patogeno interessato vivo, ma attenuato, in modo che

questo sia ancora capace di infettare, ma innocuo per il soggetto vaccinato, riuscendo ad indurre una risposta immunitaria protettiva. Vi sono poi i vaccini a patogeno inattivato (ibidem), che prevedono la somministrazione del patogeno inattivato e quindi non più in grado di replicare. Questo tipo di vaccini stimolano risposte immunitarie molto più deboli rispetto ai primi, per questa ragione vengono spesso somministrati più volte. Questi sono tuttavia più sicuri dei primi, in quanto non presentano gli effetti collaterali legati alla somministrazione di un patogeno vivo, quale ad esempio dare vita a fenomeni di replicazione incontrollati soprattutto in soggetti immunodepressi. Bisogna infine ricordare che non esistono vaccini per tutte le infezioni virali.

# 6 Realizzazione della banca dati termino-ontologica

L' obiettivo del progetto è la realizzazione di una banca dati termino-ontologica di un dominio specialistico destinata ai traduttori madrelingua italiani che traducono dal tedesco all'italiano.

Il dominio scelto è quello della branca della medicina che si occupa delle malattie infettive, e più nello specifico delle malattie infettive di origine virale. Per praticità ci riferirà al dominio scelto come *infettivologia-virologia*.

I termini del dominio di riferimento sono raccolti e organizzati al fine di realizzare una banca dati termino-ontologica che tiene conto sia dell'aspetto linguistico della terminologia che di quello concettuale. La banca dati è infatti supportata da un'ontologia formale che esplicita le relazioni esistenti tra i concetti.

Nelle sezioni che seguono vengono descritti nello specifico le fasi che hanno caratterizzato la realizzazione del progetto.

## 6.1 Definizione delle caratteristiche della risorsa

Il lavoro di realizzazione della banca dati è iniziato con la definizione del dominio, dello scopo e del destinatario finale. Quest'ultimo è di particolare importanza per la determinazione di caratteristiche cruciali della risorsa, quali ad esempio la sua struttura e le informazioni contenute al suo interno. I destinatari della banca dati sono i traduttori madrelingua italiani che traducono dal tedesco all'italiano e lo scopo è di supportarli nella traduzione di testi specialistici nel dominio dell'infettivologia-virologia. La banca dati, integrata da un'ontologia che organizza i concetti in maniera strutturata in base alla loro collocazione all'interno del sistema concettuale e ne evidenzia le relazioni esistenti tra di loro, si propone di offrire al traduttore oltre alla traduzione dei termini, una visione di insieme del dominio e informazioni dettagliate riguardo la sua organizzazione interna; tutto ciò al fine di supportarlo nella comprensione dei concetti. Idealmente, l'utente finale ha quindi la possibilità non solo di ricercare i termini, ma di poter anche accedere alla struttura ontologica del dominio.

Ogni entrata lessicale della banca dati presenta le seguenti informazioni linguistiche:

- termine in tedesco ed equivalente in italiano;
- informazioni linguistiche quali genere e categoria grammaticale ed eventuali sinonimi;
- definizione in tedesco e in italiano.

Inoltre, come si vedrà in modo più approfondito in seguito, grazie al supporto di LexO, l'*editor* di risorse termino-ontologiche utilizzato per questo progetto, sarà possibile mettere a disposizione dell'utente finale informazioni riguardati le relazioni esistenti tra i concetti del dominio.

## 6.2 Fase di documentazione

La fase iniziale della costruzione della banca dati è stata costituita dalla fase di documentazione sull'argomento del dominio, così come suggerito da numerose metodologie che si propongono di stilare delle linee guida nella creazione di risorse terminologiche (Cabré 1999; Drewer e Schmitz 2017; Temmerman e Kerremans 2003). In terminografia infatti, una condizione necessaria per chi si occupa della redazione di una raccolta terminologica è l'acquisizione di un certo grado di familiarità con il dominio di interesse. Inoltre, in molti casi è suggerito che il terminologo, soprattutto nelle fasi iniziali, lavori a stretto contatto con esperti del dominio (Temmerman e Kerremans 2003). Nell'ambito di questo progetto, la fase di documentazione è stata costituita dalla raccolta di materiale informativo riguardante il domino di interesse. Si è partiti da siti internet di divulgazione rivolti ad un pubblico di non esperti, come ad esempio siti istituzionali, per arrivare a testi più specialistici quali materiale didattico introduttivo all'argomento per studenti universitari. Durante questa fase è stato possibile individuare i concetti generali del dominio, le relazioni esistenti tra di loro e le categorizzazioni per argomento a cui questi appartengono. In questa fase è stato, inoltre, delimitato e definito in maniera più specifica il dominio scelto. Il dominio più ampio, scelto inizialmente, era quello dell'infettivologia, la branca della medicina che si occupa dello studio delle malattie infettive. Data la molteplicità e la varietà degli organismi patogeni, il campo di ricerca è stato delimitato esclusivamente a una categoria di patogeni, i virus, e

all'interazione di questi con l'organismo umano. Durante la fase di documentazione sono state individuate delle macro-aree tematiche a cui sono rinviabili i concetti caratterizzanti il dominio. Come infatti suggerito da Arntz et al.(2014a, 212), nella fase iniziale è sensato suddividere il dominio in unità più piccole in modo da avere una visione complessiva più chiara e organizzata. In particolare, le macro-aree individuate sono: microbiologia/virologia, immunologia, epidemiologia, diagnostica e prevenzione. La fase di documentazione ha anche riguardato l'analisi di come viene trattato il dominio dell'infettivologia o comunque più in generale il dominio biomedico in altri sistemi terminologici e di organizzazione della conoscenza. In particolare, di quelli descritti al Capitolo 4 del seguente lavoro e come si vedrà in seguito alcune caratteristiche di queste sono state applicate per la realizzazione dell'ontologia formale.

## 6.3 Realizzazione del corpus ed estrazione terminologica

Per poter individuare i termini del dominio è stato creato un corpus *ad hoc* per il progetto. I testi che formano il corpus sono in lingua tedesca, scelta motivata dal fatto che la risorsa è pensata per traduttori che traducono testi in italiano dal tedesco, che è quindi la lingua di partenza del lavoro terminologico. In particolare, i testi che compongono il corpus hanno diversi gradi di specializzazione:

- testi estratti da siti informativi come ad esempio le pagine informative del sito del *Robert Koch Institut,* l'istituzione centrale del governo federale tedesco nel campo della sorveglianza e della prevenzione delle malattie, e in particolare delle malattie infettive. Si tratta quindi di testi provenienti da una fonte autorevole, ma rivolti per lo più ad un pubblico di non specialisti;

- testi didattici destinati a studenti universitari di discipline sanitarie e testi facenti parte di riviste specialistiche, linee guida, che presentano quindi un grado di specializzazione maggiore.

Il corpus è formato da un totale di circa 45.000 *token.* Il testi del corpus sono stati caricati ed elaborati sulla piattaforma online *Sketch Engine* (Kilgarriff et al. 2004) che, tra le diverse funzioni disponibili, permette di estrarre i termini in maniera

automatica. In particolare, la piattaforma *Sketch Engine* permette di estrarre una lista di *keywords* (unità lessicali costituite da una sola unità grafica) e una lista di *terms* (un insieme di parole considerata un'unità semantica). Attraverso questo strumento è possibile estrarre due liste di termini candidati, ognuna delle quali è formata da 1000 unità. Queste due liste sono state passate in rassegna e i termini sono stati validati manualmente. È stato definito quali tra i termini presenti nella lista di termini candidati fossero rilevanti per la banca dati terminologica da realizzare. Ad ognuno di questi è stata inoltre attribuita una macro-area tematica di riferimento tra quelle indicate precedentemente. Durante questa fase sono stati rilevati sia termini riconducibili ai concetti principali individuati nella prima fase di documentazione, sia termini rilevanti che nella fase precedente non erano stati presi in considerazione. Dopo aver verificato la loro rilevanza si è proceduto ad una fase di ulteriore documentazione che ha riguardato la ricerca del termine all'interno del corpus, per individuare il contesto d'uso di questo e la loro posizione all'interno del sistema concettuale. La convalida dei termini è avvenuta anche attraverso l'ausilio di fonti autorevoli come quelle scelte per l'estrazione delle definizioni dei termini (vedi sezione 6.6).

## 6.4 Creazione dell'ontologia formale e rappresentazione del dominio

Per la costruzione dell'ontologia l'approccio utilizzato è di tipo *middle-out* (cfr. Uschold & Gruninger, 1996), ovvero un metodo che combina gli approcci t*op-down* e *bottom-up.* Se in una metodologia *bottom-up* si procede definendo le classi più specifiche di una gerarchia per poi raggrupparle in concetti più generali, nell'approccio *top-down* si procede individuando i concetti generali per poi specializzarli. Un approccio *middle-out* invece, consiste nel definire nella fase iniziale le categorie fondamentali e più importanti del dominio per poi generalizzarle e/o specificarle. Come riportato precedentemente, il metodo utilizzato prevede l'acquisizione della conoscenza del dominio di interesse da un corpus, e dopo aver individuato i concetti più rilevanti, i termini estratti dal corpus hanno permesso di ampliare la lista di concetti.

Definita la concettualizzazione del dominio e individuati i concetti e le relazioni che lo compongono, l'ontologia formale è stata elaborata con il supporto del programma Protégé[22], un *editor* di ontologie formali in OWL, sviluppato dall'Università di Stanford.

Le relazioni individuate sono relazioni che secondo la classificazione presentata da Arntz et al. (2014) sono di tipo gerarchico e di tipo non gerarchico. Il tipo principale di relazioni gerarchiche sono le relazioni logiche o generiche, ovvero quelle esistenti tra un concetto sovraordinato e i suoi concetti subordinati. In questo tipo di relazione il concetto subordinato acquisisce tutte le caratteristiche del concetto sovraordinato, ma si distingue da questo per una caratteristica aggiuntiva (Magris 2002, 152). I concetti possono essere classificati utilizzando criteri di classificazione diversi, se questi vengono esplicitati all'interno del sistema concettuale si avrà un sistema poligerarchico (vedi Figura 5) in cui è possibile combinare contemporaneamente caratteristiche appartenenti a diversi criteri di classificazione. Altro tipo di relazione gerarchica utilizzata sono le relazioni partitive (parte-tutto), ovvero le relazioni esistenti tra un'entità e le parti che la costituiscono.

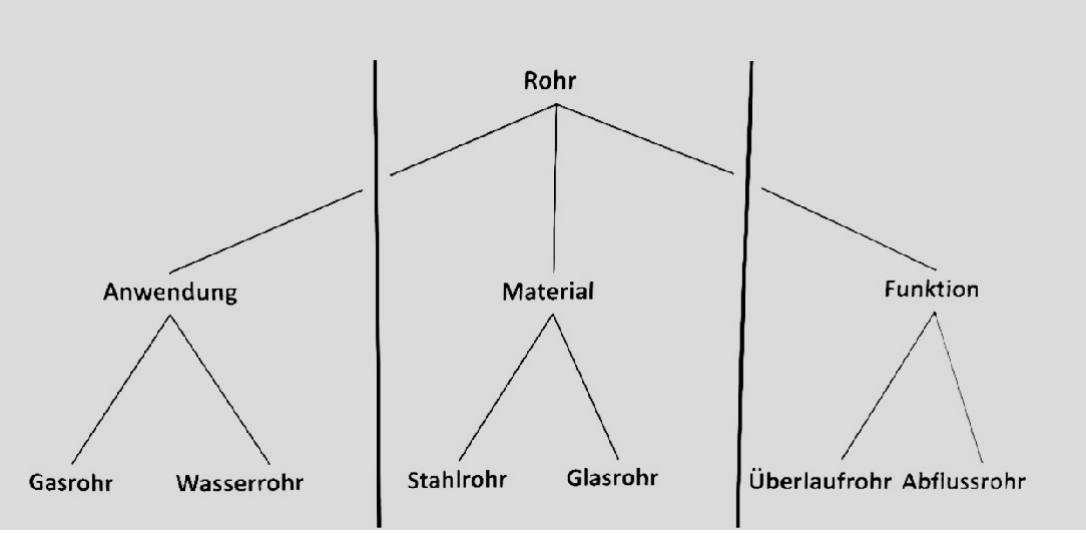


**Figura 5: Esempio di sistema poligerarchico (Arntz, Picht, e Schmitz 2014a, 83)**

[22] https://protege.stanford.edu/

Dalla lista di termini candidati estratti dal corpus e dai concetti fondamentali del dominio estratti durante la fase di documentazione si è partiti organizzando i concetti in gerarchie.
I concetti dell'ontologia, e quindi le classi in Protégé, sono rappresentati nel lavoro in questione dai termini in tedesco estratti dal corpus.
Il concetto centrale dal quale si è partiti per la realizzazione dell'ontologia formale è quello di <Erreger>[23] (agente patogeno) in quanto considerato elemento centrale della rappresentazione del dominio. Nella presente ontologia ci si propone infatti di rappresentare in maniera formale il dominio dell'infettivologia-virologia prendendo in considerazione un evento al suo interno, quello dell'infezione causata dalla penetrazione dell'agente patogeno all'interno dell'organismo ospite.
Per riconoscere all'interno della lista di termini candidati estratta dal corpus, quei termini appartenenti alla categoria concettuale <Erreger> (nel nostro caso di tipo virale) sono stati individuati tutti i composti in tedesco formati dal lessema *Virus* che, insieme alle sigle internazionali che terminano con la consonante *V* (es. *HIV: Human immunodeficiency virus*), appare la forma predominate nella denominazione dei virus (es. *Varicella-zoster-Virus*, *Lyssaviren*). Tutti questi termini sono stati quindi, organizzati secondo il tipo di acido nucleico (RNA o DNA a singolo o doppio filamento) che costituisce il loro genoma. Nella figura 6 viene riportata la classificazione gerarchica dei virus nell'ontologia formale, dove le diverse classi di <Virus> sono classi subordinate della classe <Erreger>.

[23] Nel seguente progetto gli elementi dell'ontologia: concetti e relazioni vengono indicati tra parentesi angolate

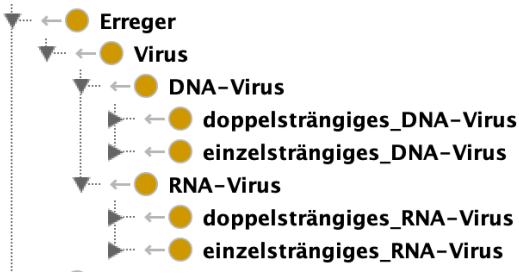


**Figura 6: Classificazione dei virus in Potégé**

Attraverso l'individuazione dei composti è stato possibile creare delle altre gerarchie riguardanti altri concetti. Non è sempre stato possibile realizzare delle gerarchie in maniera così immediata, poiché non sempre è stato facile risalire alle classi sovraordinate. Per questa ragione e per rendere l'organizzazione del dominio più ordinata, raggruppando i concetti del dominio simili in delle classi più generali, sono state adottate alcune categorie presenti in una banca dati terminologica in ambito medico già esistente: SNOMED CT. SNOMED presenta un'organizzazione concettuale gerarchica formata da 19 concetti *top level* (vedi Figura 7). Questa gerarchia ha un elevato grado di granularità che si ritiene non necessario, data l'ampiezza del progetto in questione, in cui ci si propone di fornire solo un modello. Tuttavia, è parso utile per dare un'organizzazione più sistematica all'ontologia, una volta individuato un concetto, inserire il concetto sovraordinato corrispondente in SNOMED. Si veda ad esempio come i concetti <Antikörper> e <Antigene> (*antibody* e *antigen* in SNOMED) nel sistema concettuale di SNOMED sono entrambi due sottoclassi della classe *Immunologic Substance.* È stata quindi creata anche nell'ontologia in questione la classe <ImmunologischeSubstanz>. In questo modo si è ottenuta un'organizzazione più precisa in cui concetti appartenenti alle stesse categorie vengono raggruppati all'interno di una stessa classe di livello superiore più generale. Per gli equivalenti in inglese in SNOMED dei termini in tedesco estratti dal corpus, ci si è rifatti al dizionario del Robert Koch Institut, RKI-*Fachwörterbuch Infektionsschutz und Infektionsepidemiologie* e alla banca dati *Pschyrembel Online,* che presentano entrambi la traduzione in inglese dei termini in tedesco.

**Figura 7: Gerarchia *top level* di SNOMED CT**

In alcuni casi, quando il livello granularità è apparso troppo elevato ai fini di questo progetto, per le ragioni sopra citate, ovvero la classe direttamente sovraordinata proposta da SNOMED è molto specifica, è stato preso in considerazione solo un concetto subordinato più generale, senza specificare la gerarchia dettagliata di SNOMED. Nell'ontologia è presente ad esempio il concetto <Lymphozit>; questo in SNOMED ha il corrispettivo *lymphocyte* che viene classificato nel contesto di riferimento come illustrato dalla Figura 8. In questo caso il concetto immediatamente sovraordinato ha un grado di specificità troppo elevato ai fini del progetto in questione, per questa ragione <Lymphozit> viene direttamente subordinato a quello di <ImmunsystemStruktur>.

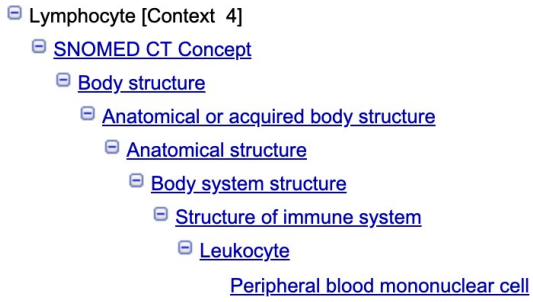


**Figura 8: Gerarchia *lymphocyte* in SNOMED**

I concetti di SNOMED sono stati utilizzati solo quando è stato ritenuto necessario, e non applicati sistematicamente a tutte le classi dell'ontologia, vale a dire quando la loro applicazione ha permesso una classificazione dei concetti il più chiara e strutturata possibile. Inoltre, a questi concetti non corrispondono dei termini nella banca dati terminologica, ma hanno il solo scopo di dare una struttura più ordinata all'ontologia.

All'interno dell'ontologia sono anche presenti delle relazioni di tipo non gerarchico come relazioni di tipo causa-effetto, di tipo funzionale, che mettono in relazione un concetto e la sua funzione, e relazioni sequenziali (cfr. Arntz et al., 2014). Così come le classi, anche le relazioni possono essere organizzate in gerarchie. Ad esempio, data la *top object property (*che indica una relazione tra classi in *Protégé)* <hatFunktion> è possibile creare una serie di relazioni espresse in maniera diversa, ma che sono sempre delle relazioni funzionali. Vedi l'esempio in Figura 9.

**Figura 9: Esempio di gerarchia di relazioni funzionali**

Come già detto precedentemente, un evento centrale che ha luogo all'interno del dominio scelto è quello dell'infezione, sono state quindi create delle relazioni *ad hoc* per poterlo rappresentare. Ad esempio, la relazione <hatÜbertragungsweg> lega gli individui della classe <Infektion> a quelli della classe <Übertragungsweg> e attraverso la cosiddetta restrizione esistenziale di OWL si permette di stabilire che tutti i membri della classe <Infektion> sono legati ad un elemento della classe <Übertragungsweg> lungo la relazione <hatÜbertragungsweg>. Una restrizione esistenziale in OWL permette di descrivere tutti gli individui di una classe che sono legati a gli individui di un'altra classe attraverso una determinata proprietà (relazione). In generale tutte le relazioni individuate sono relazioni ritenute funzionali ai fini del progetto.

## 6.5 Integrazione di informazioni linguistiche ed ontologiche con LexO

Per poter combinare le informazioni linguistiche relative ai termini e l'ontologia è stato utilizzato *LexO*, un *editor* sviluppato dai ricercatori dell'Istituto di Linguistica Computazionale "A. Zampolli" di Pisa del Consiglio Nazionale delle Ricerche[24]. LexO (Bellandi et al. 2017; Bellandi, Giovannetti, e Piccini 2018) è un *editor* web collaborativo di risorse lessicali e risorse termino-ontologiche basato sul modello *OntoLex-Lemon (Lexicon Model for Ontologies)*[25], lo standard *de facto* per la condivisione di informazioni lessicali nel contesto del Web Semantico. Con risorsa termino-ontologica si intende una raccolta di termini di un dominio specifico collegati a dei concetti strutturati in un'ontologia formale che descrive quel dominio. Attualmente LexO, seppur ancora in via di sviluppo, appare essere l'unico strumento *open source* volto a questo fine. Nei paragrafi che seguono verrà prima illustrato il modello *OntoLex-Lemon*, su cui LexO è basato, e successivamente il modo in cui la banca dati termino-ontologica, oggetto di questo progetto, è stata realizzata attraverso l'ausilio di LexO. Le informazioni riguardanti LexO, oltre che derivare dalle pubblicazioni citate all'inizio del capitolo, sono informazioni fornite direttamente dagli ideatori e sviluppatori del progetto: Andrea Bellandi[26], Emiliano Giovannetti[27] e Silvia Piccini[28], che hanno dato la loro disponibilità ad illustrare nel dettaglio le funzionalità del *software*.

### 6.5.1 Il modello OntoLex-Lemon

*OntoLex-Lemon (McCrae et al. 2017)* è un modello elaborato nel quadro del progetto Monnet che coinvolge diverse università europee e nasce dalla necessità di arricchire le ontologie con informazioni linguistiche, in particolare con informazioni

[24] http://www.ilc.cnr.it/

[25] https://lemon-model.net/

[26] http://www.ilc.cnr.it/it/content/andrea-bellandi

[27] http://www.ilc.cnr.it/it/content/emiliano-giovannetti

[28] http://www.ilc.cnr.it/it/content/silvia-piccini

che illustrano il modo in cui le entità ontologiche possono essere espresse nelle lingue naturali[29]. Questo permette la separazione delle informazioni linguistiche da quelle ontologiche. Originariamente nato con il nome *lemon,* il modello ha nel corso degli anni subito alcune modifiche ed è stato rinominato *OntoLex-Lemon.* Il modello (McCrae et al. 2012; McCrae, Spohr, e Cimiano 2011) ha una struttura modulare, per creare una risorsa funzionale non è quindi necessario che venga applicato l'intero modello. *OntoLex-Lemon* è basato sul formato RDF, standard del W3C, per poter essere condiviso nel Web Semantico. Il modulo principale è il *core module* (Figura 10), le cui componenti essenziali sono le seguenti:

- *lexicon*: che rappresenta il lessico di una lingua e contiene tutte le entrate lessicali;
- *lexical entry:* ogni entrata lessicale del lessico a cui vengono attribuite informazioni morfosintattiche riguardanti il termine che possono essere parole o combinazioni di parole*;*
- *lexical form:* ogni entrata lessicale ha una serie di forme, tipicamente una forma canonica e altre varianti, come ad esempio varianti flesse;
- *lexical sense:* il collegamento esistente tra l'entrata lessicale e l'entità ontologica. Questa corrispondenza può essere ulteriormente specificata attraverso il contesto o altre annotazioni quali definizioni o esempi.

[29] https://www.w3.org/2016/05/ontolex/

Ogni *lexical sense* può essere indicato come la lessicalizzazione preferita, alternativa o nascosta di un'entità ontologica.

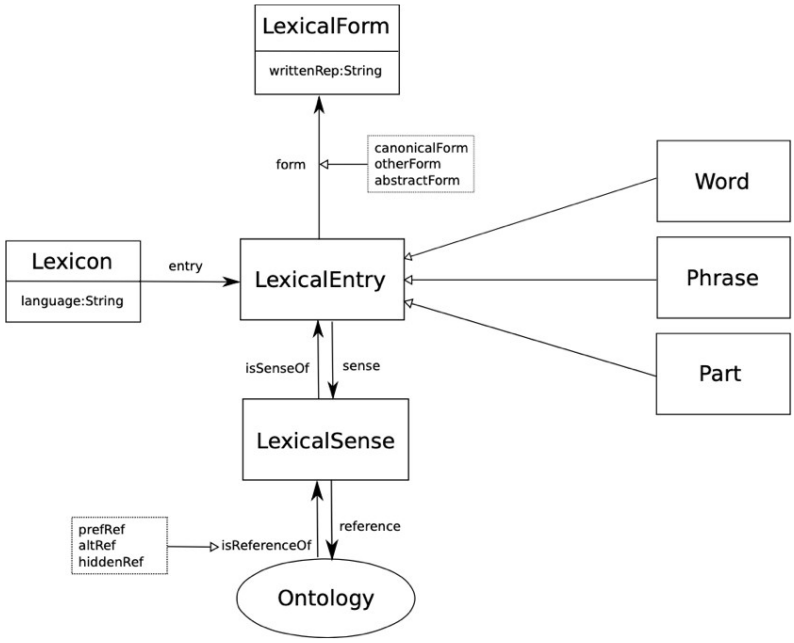


**Figura 10: *Core module* di *OntoLex-Lemon***[30]

Oltre al *core, OntoLex-Lemon* comprende altri moduli che permettono di aggiungere altri livelli di rappresentazione linguistica:

- *Linguistic Description Module:* permette di aggiungere ulteriori descrizioni alle entrate lessicali e alle loro forme;
- *Variation and Translation Module:* consente di aggiungere relazioni tra gli elementi del lessico, come ad esempio una relazione di traduzione;
- *Phrase Structure Module:* consente di descrivere in maniera più specifica la struttura delle combinazioni di parole*;*
- *Syntax and Mapping Module:* consente di rappresentare gli usi sintattici delle entrate lessicali e di collegare i costituenti (ad esempio frame semantici) a entità ontologiche;
- *Morphology Module:* permette di aggiungere informazioni morfologiche.

[30] https://lemon-model.net/learn/5mins.php

### 6.5.2 LexO

LexO è ideato per consentire a lessicografi e terminologi di creare delle risorse lessicografiche e terminologiche che siano connesse ad un'ontologia così da renderle disponibili per il Web Semantico e per i *Linked Open Data*. In particolare, LexO è pensato per esperti di discipline umanistiche che possono non avere dimestichezza con gli aspetti tecnici del linguaggio formale, il suo utilizzo non richiede quindi particolari conoscenze tecniche. Altra caratteristica di LexO è di essere uno strumento collaborativo che permette a diversi utenti di lavorare sullo stesso progetto contemporaneamente. Le risorse create con LexO oltre a rappresentare delle risorse per il Web Semantico, offrono una consultazione "user friendly" per l'utente finale che non ha conoscenza del linguaggio formale. Per quanto riguarda l'interfaccia a disposizione dell'amministratore del progetto, questa è formata da due sezioni principali. A sinistra è possibile navigare, a seconda della finestra selezionata, tra la lista di lemmi, forme o concetti dell'ontologia. Nella parte centrale invece sono presenti *editor* e *dictionary view.* (Figura 11)

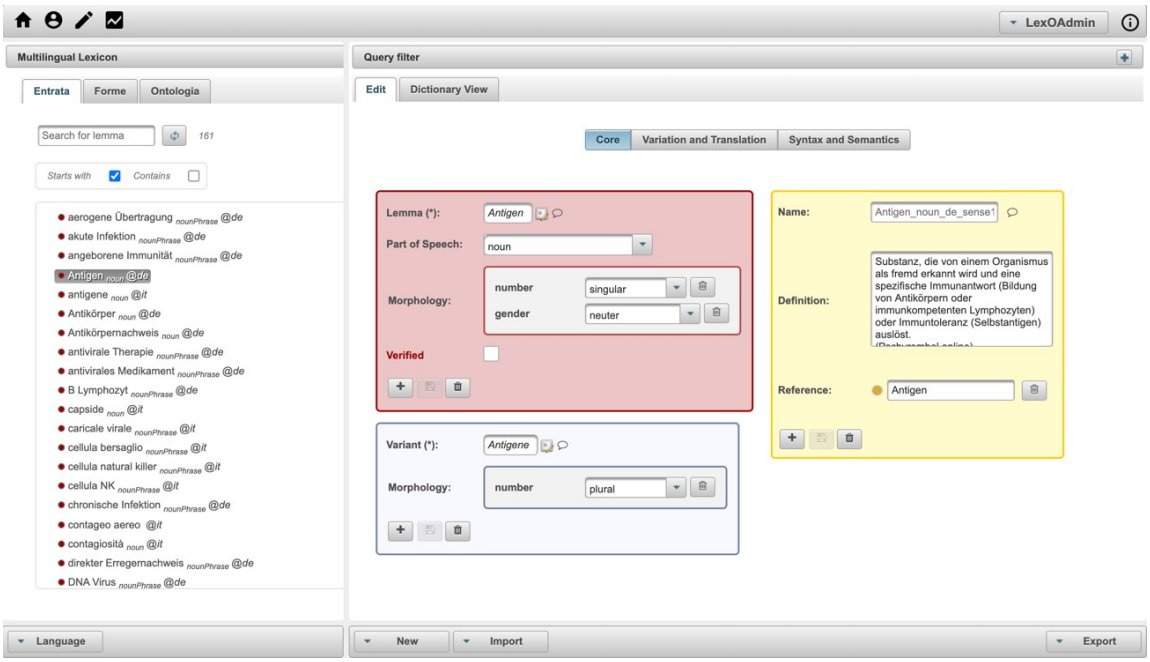


**Figura 11: Interfaccia LexO**

Nel caso di risorse multilingue è possibile filtrare i termini per lingua. Una volta selezionata un'entrata lessicale, nel pannello centrale viene visualizzato il *Core module*, dove a sinistra viene visualizzato il lemma e le sue forme mentre a destra i sensi (vedi Figura 12).

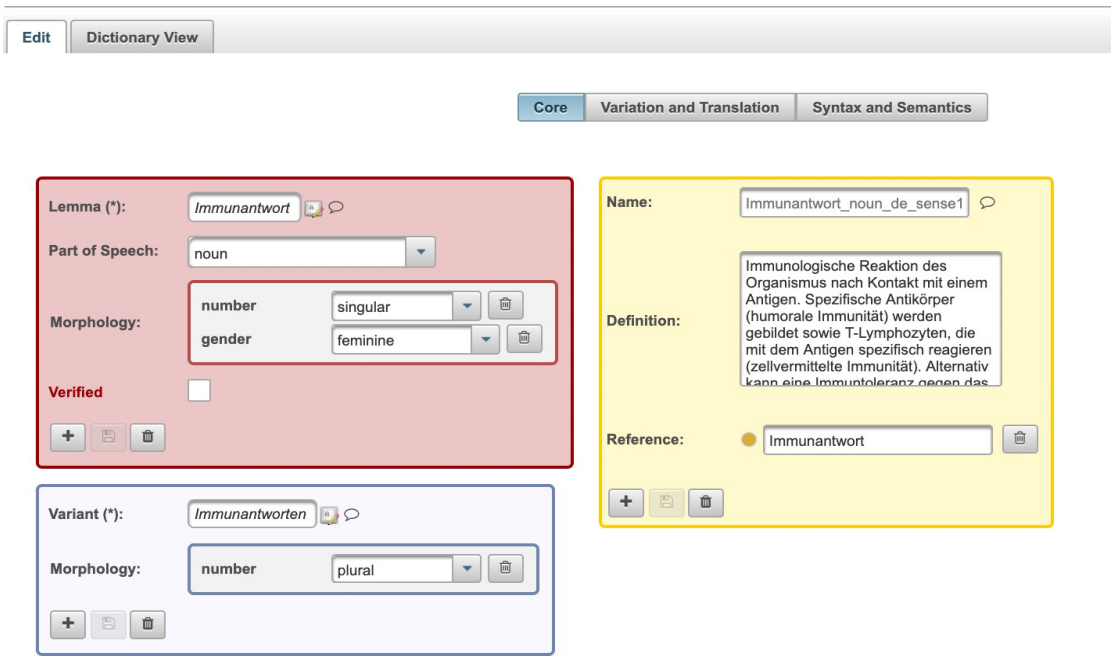


**Figura 12: Editor LexO**

Oltre al *Core module* è possibile aggiungere informazioni negli altri due moduli che costituiscono LexO: *Variantion* and *Translation* e *Syntax* e *Semantics*. Selezionando *dictionary view* si accede a una rappresentazione simile a quella di un dizionario dove vengono visualizzate le informazioni linguistiche e semantiche relative all'entrata lessicale selezionata. Quest'ultima funzionalità è destinata all'utente finale di un progetto e per questa ragione può essere personalizzata a seconda delle esigenze di quest'ultimo. Lo stesso è stato fatto nel caso del progetto in questione. Nella sezione in alto del pannello centrale è possibile effettuare delle ricerche all'interno della risorsa applicando filtri diversi, le entrate lessicali possono ad esempio essere filtrate per PoS (*part of speech).*

L'ontologia[31] realizzata precedentemente con l'ausilio di Protégé è stata caricata su LexO per poter associare i concetti dell'ontologia a dei termini a cui vengono attribuiti dettagliate informazioni linguistiche. Al momento è possibile visualizzare in LexO nella sezione dedicata all'ontologia solo la gerarchia delle classi, la sezione riguardante le relazioni deve ancora essere implementata. Per poter creare una risorsa bilingue, come quella in questione, è stato creato un lessico le cui entrate lessicali in italiano e tedesco, saranno secondo il modello *OntoLex-Lemon,* delle istanze della classe *LexicalEntry*.

Ad ogni entrata lessicale sono associate attraverso *l'editor* di LexO diverse informazioni linguistiche. Come si vede in Figura 12, nel riquadro in rosso è inserita la forma canonica di ogni termine a cui sono stati aggiunti i tratti morfologici di genere e numero. Nel riquadro blu viene invece inserita un'altra *LexicalForm* del lemma, in questo caso la variante flessa al plurale. Il riquadro giallo è dedicato a *LexicalSense*, che permette di specificare il significato particolare di ogni entrata lessicale attraverso una definizione e il collegamento di questa ad un'entità ontologica (indicata da *Reference*). Ogni entrata lessicale può avere più di un senso, nel caso ad esempio di termini polisemici, tanti quanti sono i significati del termine. Attraverso il modulo *Variation and Translation* è possibile inserire delle relazioni di tipo lessicale tra due voci, come ad esempio una relazione tra la forma estesa di un termine e la sua abbreviazione o acronimo. In questo modulo è inoltre possibile inserire la traduzione di un termine in una lingua diversa, in particolare collegando due termini equivalenti nelle due lingue. In *OntoLex-Lemon* è possibile esprimere questo tipo equivalenza (traduzione) a tre diversi livelli[32]:

- a livello ontologico, ovvero quando due termini in due lingue diverse condividono la stessa referenza ontologica;
- a livello lessicale, ovvero una relazione tra due sensi, nel caso in cui due entrate lessicali non denotano necessariamente lo stesso concetto, ma i loro

[31] Si noti che l'ontologia caricata su LexO è un'ontologia senza relazioni, poichè per motivi tecnici, il software non ha permesso il caricamento dell'ontologia comprendente le relazioni.
[32] https://www.w3.org/2016/05/ontolex/#variation-translation-vartrans

significati lessicali sono equivalenti in quanto i due termini sono intercambiabili nella maggior parte dei contesti;

- attraverso la relazione *translatableAs* tra due entrate lessicali, ovvero nel caso in cui due termini sono equivalenti solo in alcuni contesti. In questo caso vanno specificati i sensi lessicali e i contesti coinvolti.

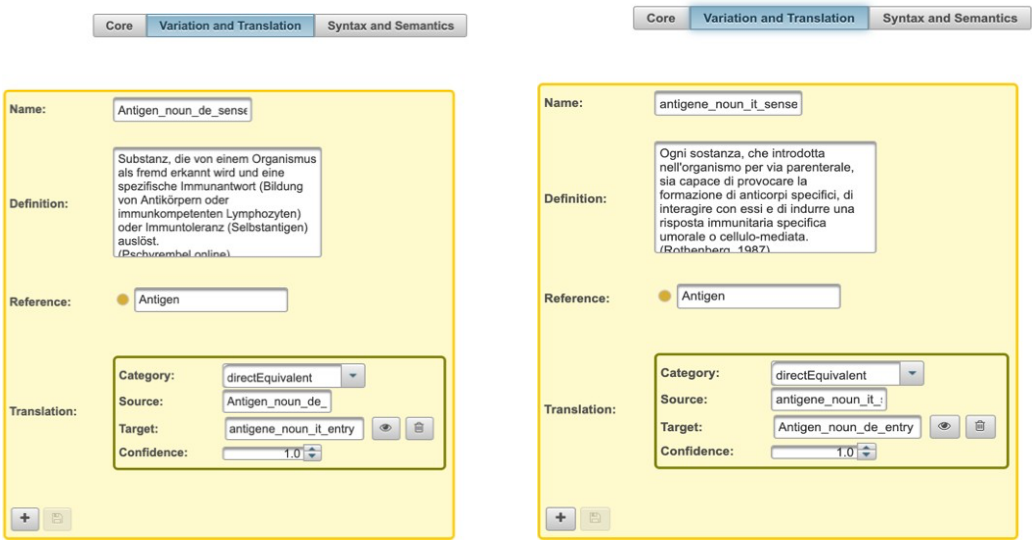


**Figura 13: Rappresentazione di termini equivalenti in LexO**

Nel caso del progetto in questione la relazione di equivalenza tra due termini è stata esplicata a due livelli: quello ontologico e quello lessicale. Quindi due termini equivalenti sono collegati da una relazione di senso e, in aggiunta, a questi viene associata la stessa referenza ontologica, così da esplicitare che entrambi i termini sono la rappresentazione linguistica dello stesso concetto. Si veda l'esempio riportato nella Figura 13, dove i due termini *Antigen* e *antigene* hanno la stessa referenza ontologica e sono l'uno la traduzione dell'altro. Inoltre, è possibile

scegliere tra tre diversi tipi di equivalente, che secondo il vocabolario usato da LexO[33] [34] sono:

- equivalente diretto: quando i due termini descrivono entità semanticamente equivalenti che si riferiscono a entità che esistono in entrambe le lingue e le culture;
- equivalente culturale: quando i due termini descrivono entità che non sono equivalenti a livello semantico, ma a livello pragmatico, in quanto descrivono situazioni simili in culture e lingue diverse;
- equivalente lessicale: utilizzato per quei termini in lingue diverse che si riferiscono alla stessa entità, ma uno di loro verbalizza il termine originale utilizzando parole della lingua di destinazione.

Nel caso del progetto in questione si tratta nella maggior parte dei casi di equivalenti diretti.

Il modulo *Variation and Translation* permette inoltre di creare delle relazioni terminologiche tra due sensi, quali ad esempio frequenza e registro. Questa opzione è stata utilizzata nel caso di termini sinonimi in tedesco che presentano nel corpus frequenza diversa. Si veda l'esempio dei termini sinonimi *Übertragung* e *Transmission,* dove il primo risulta molto più usato. Nello stesso modulo è possibile collegare le entrate lessicali attraverso delle relazioni di senso. Questa funzione appare di particolare utilità nella realizzazione della risorsa in questione, dal momento che uno degli obiettivi che ci si pone è quello di evidenziare le relazioni esistenti tra i concetti e quindi tra i termini. È dunque possibile stabilire delle relazioni di senso tra le entrate lessicali, come quelle presenti nell'ontologia, relazioni ad esempio di tipo gerarchico e partitivo. La relazione di tipo partitivo che nell'ontologia è rappresentata dall' *object property* <hatBestandteil> viene realizzata a livello terminologico in LexO attraverso relazioni di olonimia e

[33] https://github.com/andreabellandi/LexO-lite

[34] http://linguistic.linkeddata.es/def/translation-categories

meronimia. Nell'esempio riportato nella Figura 13, il termine *Virion* (olonimo) è legato con una relazione partitiva alle sue componenti, vale a dire agli elementi che costituiscono il concetto <Virion>. *Genom*, *Virushülle* e *Kapsid* sono quindi meronimi di *Virion.*

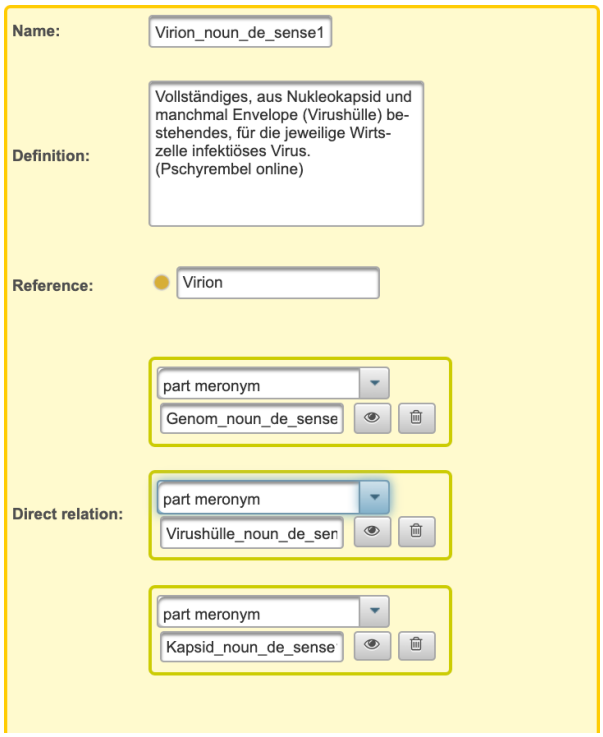


**Figura 13: Esempio di relazione di meronimia in LexO**

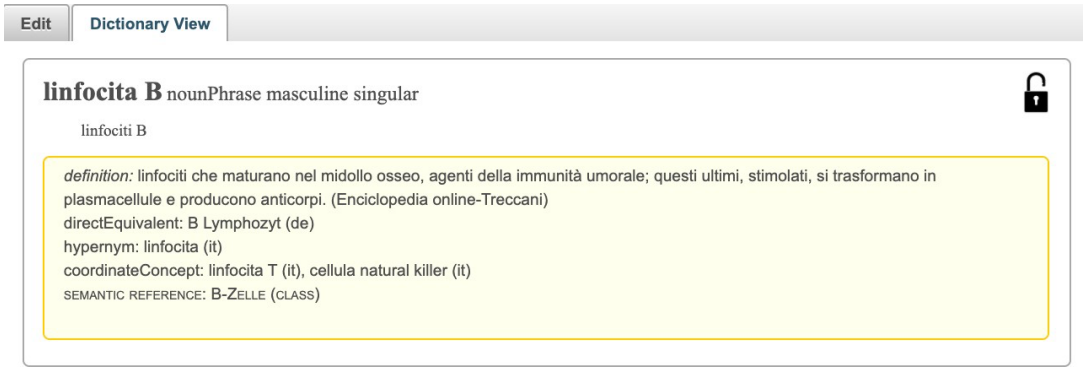


**Figura 14: Esempio di relazione di iperonimia- iponimia in LexO**

Lo stesso tipo di relazioni vengono attribuite al termine equivalente in italiano. Allo stesso modo è possibile realizzare relazioni di iperonimia e iponimia (vedi Figura 14), collegare termini sinonimi o concetti che sono legati da una relazione causale, vedi esempi nelle figure 14 e 15. Infine, l'utente finale potrà visualizzare tutte le

informazioni linguistiche e semantiche inserite nei diversi moduli attraverso la *dictionary view*. Come si vede nella Figura 14, nella *dictionary view* viene riportato l'iperonimo dell'entrata lessicale e i concetti coordinati. Un concetto coordinato è secondo *Lexinfo*, il vocabolario utilizzato da *OntoLex-Lemon* e quindi da LexO, "a subordinate concept having the same nearest superordinate concept and same criterion of subdivision as some other concept in a given concept system".[35]

Allo stesso modo è possibile stabilire relazioni casuali tra i concetti attraverso la relazione di senso *casually related concept,* definito in Lexinfo come "a concept that is related to another concept by virtue of the fact that it plays a causative role with respect to that concept". Nella *dictionary view* (Figura 15) la relazione causale viene indicata da *RelatedConcept.*

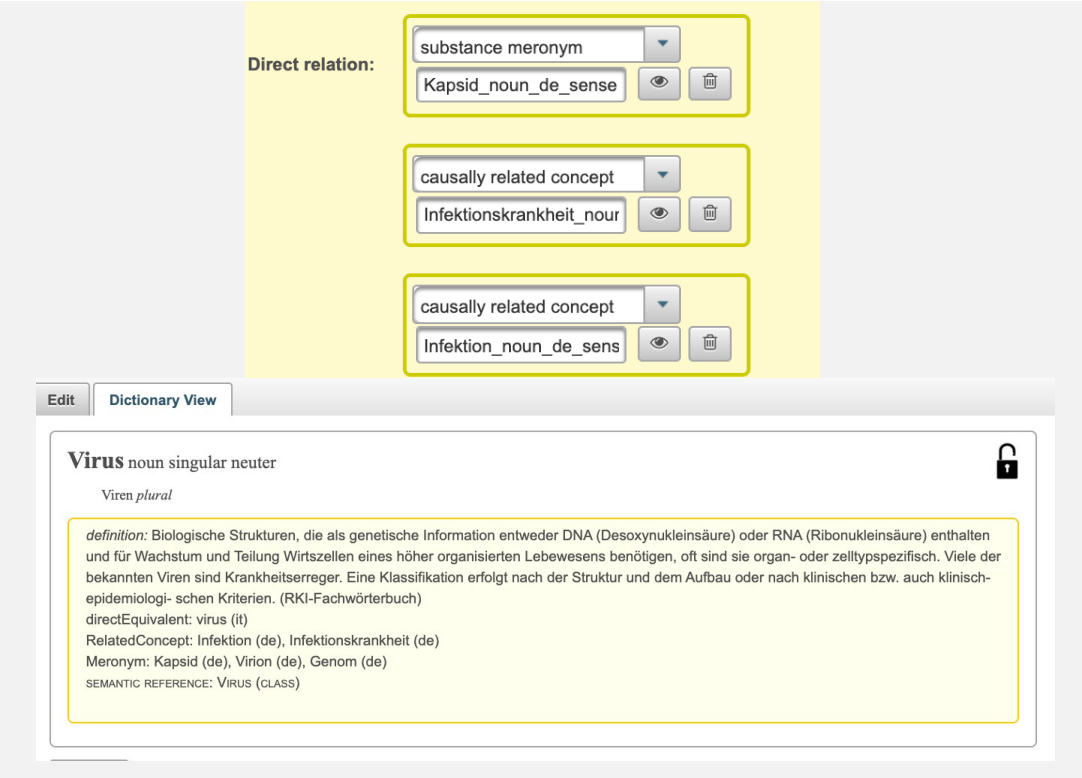


**Figura 15: Esempio di relazione casuale in LexO**

Navigando tra i concetti dell'ontologia e selezionandone uno di questi, è possibile inoltre visualizzare l'entrata o le entrate lessicali a queste associate e le (Figura 16).

[35] https://lexinfo.net/ontology/3.0/lexinfo

Tuttavia, nella versione attuale di LexO, questa funzione non è disponibile per l'utente finale, che ha disposizione solo la *dictionary view*.

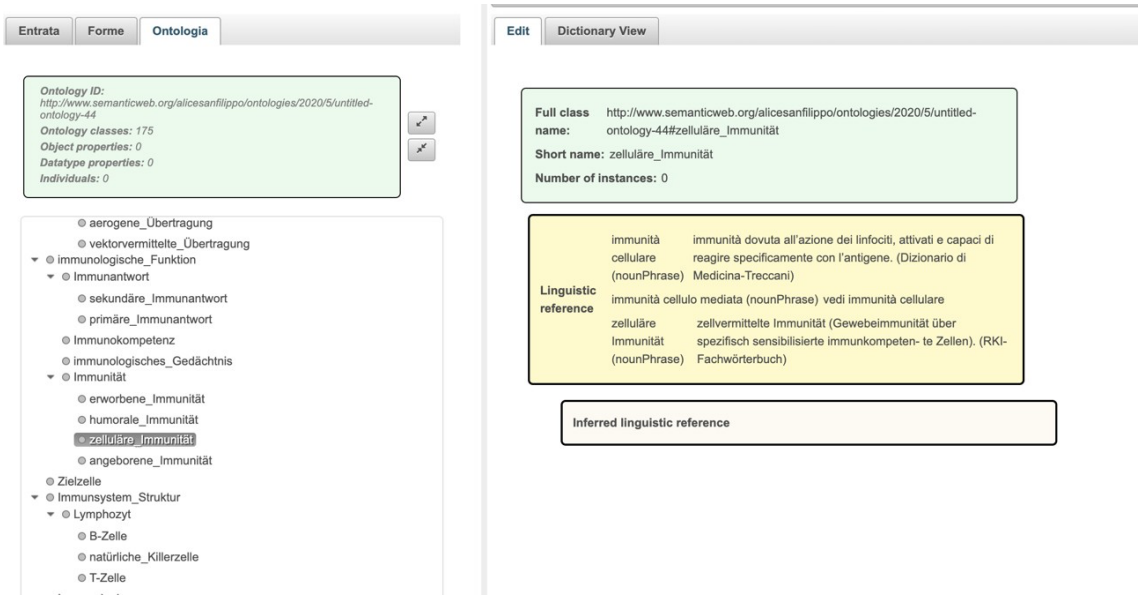


**Figura 16: Navigazione nella gerarchia dell'ontologia in LexO**

Alla fine, il risultato ottenuto è una banca dati terminologica che combina in sé approccio semasiologico, dove le entrate lessicali sono ordinate alfabeticamente e approccio onomasiologico, in cui i termini sono raggruppati in base al concetto che denotano, e le relazioni tra di questi.

Le risorse create con LexO sono realizzate seguendo gli standard del Web Semantico, OWL e *OntoLex-Lemon*, e possono quindi essere esportate in questi formati e condivise nel Web Semantico.

Il progetto realizzato è disponibile al seguente link: https://term-virologie.de/ ed è accessibile con i seguenti dati di accesso:

- *username:* viewer
- *password:* V13wer

## 6.6 Fonti delle informazioni linguistiche

Le definizioni dei termini in tedesco sono state estratte da tre fonti diverse:

- il dizionario specialistico redatto dal *Robert Koch Institut*, *RKI-Fachwörterbuch Infektionsschutz und Infektionsepidemiologie* (Robert Koch-Institut (Hrsg.) 2015);
- la banca dati medica *Pschyrembel Online*, che raccoglie le informazioni contenute nel dizionario clinico *Pschyrembel*, e in diversi volumi della stessa serie riguardanti le singole discipline mediche;
- un ulteriore dizionario specialistico: *Wörterbuch Allergologie und Immunologien* (Ferencik et al. 2005).

Le fonti delle definizioni in italiano sono invece:

- il dizionario specialistico *Manuale di terminologia medica* (Cesarone e Belcaro 2006);
- la *Nuova Enciclopedia Medica* (Rothenberg 1987);
- *il Dizionario di Medicina Treccani*[36] *e l'Enciclopedia on-line Treccani*[37].

La fonte viene indicata per ogni entrata lessicale.

Per le traduzioni in italiano dei termini estratti del corpus è stata utilizzata come fonte il *Dizionario medico: italiano tedesco, tedesco italiano* (Eistermeier 2004). Nel caso dei termini non presenti nel dizionario, nell'individuazione degli equivalenti in italiano ci si è affidati a testi specialistici utilizzati nella fase iniziale di documentazione, lo stesso è stato fatto per le definizioni dei termini non presenti nelle fonti sopracitate.

[36] http://www.treccani.it/enciclopedia/elenco-opere/Dizionario_di_Medicina

[37] http://www.treccani.it/enciclopedia/

## Conclusioni

L'obiettivo di questo lavoro era quello di creare una banca dati terminologica supportata da un'ontologia formale, nell'ambito delle malattie infettive di origine virale. In particolare, ci si poneva come domanda iniziale se un approccio del genere fosse percorribile e di utilità nella creazione di risorse terminologiche bilingue destinate a traduttori specialisti.

La risorsa creata non voleva essere uno strumento definitivo pronto all'uso, ma solo un modello sperimentale, per verificare che questa tecnica di combinare terminologie e ontologie risultasse funzionale nel supportare il traduttore. Data questa premessa, si ritiene che la risorsa creata, anche grazie all'ausilio di LexO, possa essere funzionale e che questa stessa strategia d'azione possa essere applicata a domini diversi. Si ritiene però che, nel caso di altri domini, è utile verificare l'esistenza di sistemi di organizzazione della conoscenza negli ambiti di interesse, soprattutto se non si ha il supporto di esperti del dominio.

La creazione di un'ontologia infatti è un'attività che presenta non poche difficoltà, in primo luogo perché la concettualizzazione di un dominio specialistico non è un'attività semplice per un non esperto del settore. In più, il dominio oggetto di studio appare particolarmente complesso poiché in esso sono coinvolti una serie di processi che possono essere pienamente compresi solo a seguito di uno studio approfondito. Tuttavia, l'ampia disponibilità nel dominio biomedico di risorse volte a raccogliere e organizzare la conoscenza ha agevolato la creazione dell'ontologia.

LexO si è dimostrato uno strumento adatto allo scopo del progetto. Grazie a questo software, infatti, è stato possibile creare una banca dati che separasse i due livelli della terminologia: quello linguistico e quello concettuale. Tuttavia, vi sono degli elementi dell'ontologia formale creata all'interno del progetto (Allegato 1) che non possono essere visualizzati in LexO poiché, trattandosi di un software ancora in fase di sviluppo, non ha ancora implementato questa funzionalità. È stato comunque possibile, come mostrato nella sezione 6.5.2, evidenziare diversi tipi di relazione tra i concetti e quindi tra i termini, grazie alla relazione tra i sensi.

LexO ha un'interfaccia intuitiva e il suo utilizzo risulta abbastanza semplice una volta compresi i meccanismi alla base, tuttavia la sua installazione può risultare difficoltosa quando non si ha il supporto tecnico necessario. *L'editor* deve infatti essere installato su

un *server*, un compito che può risultare complesso nel caso in cui non si dispongono delle competenze tecniche necessarie.

Una funzionalità che potrebbe supportare il traduttore nella comprensione del dominio e fornire una struttura d'insieme del suo sistema concettuale è la possibilità di navigare tra le classi dell'ontologia e quindi di ricercare i termini in base al concetto a cui questi sono associati. Questa funzione, come si è visto, non è però disponibile per l'utente finale nell'attuale versione di LexO.

In questo lavoro è stata inoltre messa in evidenza la multidisciplinarità dell'attività terminologica, che non è un'attività che riguarda solo la linguistica. Questa è piuttosto legata ad una serie di discipline, e nello specifico nel seguente lavoro si è evidenziato come non solo la terminologia possa trarre beneficio da artefatti quali le ontologie, che vengono utilizzati in altri campi di applicazione. E allo stesso tempo, si è dimostrato come la terminologia sia di supporto allo sviluppo delle ontologie, in quanto, con modelli quali *OntoLex-Lemon*, queste possono essere arricchite di informazioni linguistiche.

## Bibliografia e sitografia

«1. Introduction - SNOMED CT Starter Guide - SNOMED Confluence». s.d. Consultato 8 luglio 2020. https://confluence.ihtsdotools.org/display/DOCSTART/1.+Introduction

«4. SNOMED CT Basics - SNOMED CT Starter Guide - SNOMED Confluence». s.d. Consultato 9 luglio 2020. https://confluence.ihtsdotools.org/display/DOCSTART/4.+SNOMED+CT+Basics.

Antonelli, Guido, e Massimo Clementi. 2012a. «Patogenesi delle infezioni virali». In *Principi di virologia medica*. CEA.
———. 2012b. *Principi di virologia medica*. CEA.

Araúz, Pilar León, Pamela Faber, e Silvia Montero Martínez. 2012. «Specialized language semantics». In *A cognitive linguistics view of terminology and specialized language*, 20:95–175. Berlin ; Boston: De Gruyter Mouton.

Arntz, Reiner, Heribert Picht, e Klaus-Dirk Schmitz. 2014. *Einführung in die Terminologiearbeit*. 7., vollst. überarb. u. aktual. Aufl. Hildesheim [u.a.]: Olms.

Bellandi, Andrea, Emiliano Giovannetti, e Silvia Piccini. 2018. «Collaborative Editing of Lexical and Terminoontological resources: A Quick Introduction to LexO». In *the XVIII EURALEX International Congress. Lexicography in Global Contexts*, 23–27.

Bellandi, Andrea, Emiliano Giovannetti, Silvia Piccini, e Anja Weingart. 2017. «Developing LexO: a Collaborative Editor of Multilingual Lexica and Termino-Ontological Resources in the Humanities». In *Proceedings of Language, Ontology, Terminology and Knowledge Structures Workshop (LOTKS 2017)*. Montpellier, France: Association for Computational Linguistics.

Bodenreider, Olivier. 2004. «The Unified Medical Language System (UMLS): integrating biomedical terminology». *Nucleic Acids Research* 32 (Database issue): D267–70.

Brachman, Ronald J., Hector J. Levesque, e Raymond Reiter. 1992. *Knowledge Representation*. MIT Press.

Burioni, Roberto. 2012a. «Meccanismi difensivi dell'ospite alle infezioni virali». In *Principi di virologia medica*. CEA.
———. 2012b. «Vaccini antivirali». In *Principi di virologia medica*. CEA.

Cabré, M. Teresa. 2000. «Elements for a Theory of Terminology: Towards an Alternative Paradigm». *Terminology. International Journal of Theoretical and Applied Issues in Specialized Communication* 6 (1): 35–57.
———. 2003. «Theories of Terminology: Their Description, Prescription and Explanation». *Terminology. International Journal of Theoretical and Applied Issues in Specialized Communication* 9 (2): 163–99.
Cabré, M. Teresa. 1999. *Terminology: Theory, Methods and Applications*. Terminology and Lexicography Research and Practice, ARRAY(0x55e1a6a3c6d8). Amsterdam [u.a.]: Benjamins.

Cardillo, Elena. 2014. «FORMALIZZAZIONE ONTOLOGICA DI TERMINOLOGIE E SISTEMI DI CLASSIFICAZIONE IN AMBITO BIOMEDICO: IL CASO ICPC2-ICD10». In *Terminologie e Ontologie: Definizioni e comunicazione fra norma e uso*. EDUCatt - Ente per il diritto allo studio universitario dell'Università Cattolica.

Carvalho, Sara Micaela Pereira. 2018. «A terminological approach to knowledge organization within the scope of endometriosis: the EndoTerm project».

Cesarone, Maria Rosaria, e Gianni Belcaro. 2006. *Terminologia medica: dizionario medico illustrato*. Torino: Minerva medica.

Cimino, J. J. 1998. «Desiderata for Controlled Medical Vocabularies in the Twenty-First Century». *Methods of Information in Medicine* 37 (4–5): 394–403.

Collesi, Patrizia, Anna Serpente, e Maria Teresa Zanola. 2014. *Terminologie e Ontologie: Definizioni e comunicazione fra norma e uso*. EDUCatt - Ente per il diritto allo studio universitario dell'Università Cattolica.

Communications, EBCONT. s.d. «Duale Reihe Medizinische Mikrobiologie». Consultato 18 luglio 2020.

De Baer, Peter, Koen Kerremans, e Rita Temmerman. 2006. «Facilitating Ontology (Re)Use by Means of a Categorization Framework». In *On the Move to Meaningful Internet Systems 2006: OTM 2006 Workshops*, a cura di Robert Meersman, Zahir Tari, e Pilar Herrero, 126–35. Lecture Notes in Computer Science. Berlin, Heidelberg: Springer.

Diercke, Michaela, Sandra Beermann, Kristin Tolksdorf, Silke Buda, e Göran Kirchner. 2018. «[Infectious diseases and their ICD coding : What could be improved by the introduction of ICD-11?]». *Bundesgesundheitsblatt, Gesundheitsforschung, Gesundheitsschutz* 61 (7): 806–11.

Duclos, C., A. Burgun, J. B. Lamy, P. Landais, J. M. Rodrigues, L. Soualmia, e P. Zweigenbaum. 2014. «Medical Vocabulary, Terminological Resources and Information Coding in the Health Domain». In *Medical Informatics, e-Health: Fundamentals and Applications*, a cura di Alain Venot, Anita Burgun, e Catherine Quantin, 11–41. Health Informatics. Paris: Springer.

Eistermeier, Waldemar. 2004. *Dizionario medico: italiano tedesco, tedesco italiano*. Bologna [u.a.]: Zanichelli.

Faber Benítez, Pamela. 2012. *A Cognitive Linguistics View of Terminology and Specialized Language*. Applications of Cognitive Linguistics, ARRAY(0x558d536ed5e8). Berlin: De Gruyter Mouton.

Faber Benítez, Pamela, Carlos Márquez Linares, e Miguel Vega Expósito. 2005. «Framing Terminology: A Process-Oriented Approach». *Meta : Journal Des Traducteurs / Meta: Translators' Journal* 50 (4).

Faber, Pamela, e Clara Inés Lopez Rodriguez. 2012. «Terminology and Specialized Language». In *A Cognitive Linguistics View of Terminology and Specialized Language*, 9–31. Berlin: De Gruyter Mouton.

Fensel, Dieter. 2001. «Ontologies: Dynamic networks of formally represented meaning». *Vrije University: Amsterdam*.

Ferencik, Miroslav, Jozef Rovensky, Vladimir Matha, e Erika Jensen-Jarolim. 2005. *Wörterbuch Allergologie und Immunologie: Fachbegriffe, Personen und klinische Daten von A–Z*. Vienna: Springer Vienna.

Fung, Kin Wah, e Olivier Bodenreider. 2005. «Utilizing the UMLS for Semantic Mapping between Terminologies». *AMIA Annual Symposium Proceedings* 2005: 266–70.

Gaudin, François. 2003. «Présentation de la socioterminologie». In *Socioterminologie*, 11–19. Champs linguistiques. Louvain-la-Neuve: De Boeck Supérieur.

———. 2005. «La socioterminologie». *Langages* n° 157 (1): 81–93.

Gruber, Thomas R. 1993. «A Translation Approach to Portable Ontology Specifications». *Knowledge Acquisition* 5 (2): 199–220.

Guarino, Nicola. 1998. *Formal ontology in information systems: Proceedings of the first international conference (FOIS'98), June 6-8, Trento, Italy*. IOS press.

Herwald, Heiko, e Konrad Reinhart. 2019. *Infektionskrankheiten: Geschichte, Medizin, Wissenschaft, Wirtschaft, Politik und ihre Wechselwirkungen*. Springer eBooks : Medicine. Berlin ; Heidelberg: Springer.

Hof, Herbert, Gernot Geginat, e Udo Reischl. 2019a. «Einführung in die Medizinische Mikrobiologie und Hygiene». In *Duale Reihe Medizinische Mikrobiologie*, a cura di Herbert Hof, Dirk Schlüter, e Rüdiger Dörries, 7., vollständig überarbeitete und erweiterte Auflage. Georg Thieme Verlag.

———. 2019b. «Grundlagen». In *Duale Reihe Medizinische Mikrobiologie*, a cura di Herbert Hof, Dirk Schlüter, e Rüdiger Dörries, 7., vollständig überarbeitete und erweiterte Auflage. Georg Thieme Verlag.

*ICD-10: International Statistical Classification of Diseases and Related Health Problems.* 2011. Geneva: World Health Organization.

IHTSDO. 2018. «SNOMED CT Starter Guide - SNOMED CT Starter Guide - SNOMED Confluence». https://confluence.ihtsdotools.org/display/DOCSTART/SNOMED+CT+Starter+Guide.

———. 2020. «SNOMED International Glossary». https://confluence.ihtsdotools.org/display/DOCGLOSS/SNOMED+Glossary.

Information, National Center for Biotechnology, U. S. National Library of Medicine 8600 Rockville Pike, Bethesda MD, e 20894 Usa. 2009. *Introduction to the UMLS*. *UMLS® Reference Manual [Internet]*. National Library of Medicine (US). https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK9675/.

ISO. 2011. «ISO 25964-1:2011».https://www.iso.org/cms/render/live/en/sites/isoorg/contents/data/standard/05/36/53657.html. - Consultato 31 luglio 2020

Kaplan, Robert B. 2010. *The Oxford Handbook of Applied Linguistics*. OUP USA.

Kayser, F.H. 2005. «General Aspects of Medical Microbiology». In *Medical Microbiology*. Thieme.

Kayser, Fritz H., K. A. Bienz, e J. Eckert. 2005. *Medical Microbiology*. Thieme.

Kilgarriff, Adam, Pavel Rychly, Pavel Smrz, e David Tugwell. 2004. «Itri-04-08 the sketch engine». *Information Technology* 105: 116.

Lanciotti, Eudes. 2012. *Biologia e microbiologia sanitaria*. Zanichelli
.
Leonardi, Natascia. 2012. «Ontology" and Terminological Frameworks: An Overview of Issues and Term(s)». *Hermes (Denmark)* 48: 19–33.

Lindberg, D. A. B., B.L. Humphreys, e A. T. McCray. 1993. «The Unified Medical Language System». *Methods of Information in Medicine* 32 (4): 281–91.

Madigan, Michael T., e John M. Martinko. 2007. «Elementi di virologia». In *Brock. Biologia dei microrganismi*. CEA.

Magris, Marella. 2002. *Manuale di terminologia: aspetti teorici, metodologici e applicativi*. Milano: Hoepli.

McCrae, John, Guadalupe Aguado-de-Cea, Paul Buitelaar, Philipp Cimiano, Thierry Declerck, Asunción Gómez Pérez, Jorge Gracia, Laura Hollink, Elena Montiel-Ponsoda, e Dennis Spohr. 2012. «The lemon cookbook». Technical report, Monnet Project (June 2012), www. lemon-model. net. https://lemon-model.net/lemon-cookbook/index.html. Consultato il 10 luglio 2020.

McCrae, John, Julia Bosque-Gil, Jorge Gracia, Paul Buitelaar, e Philipp Cimiano. 2017. «The Ontolex-Lemon model: development and applications». In *Proceedings of eLex 2017 conference*, 19–21.

McCrae, John, Dennis Spohr, e Philipp Cimiano. 2011. «Linking Lexical Resources and Ontologies on the Semantic Web with Lemon». In *The Semantic Web: Research and Applications*, a cura di Grigoris Antoniou, Marko Grobelnik, Elena Simperl, Bijan Parsia, Dimitris Plexousakis, Pieter De Leenheer, e Jeff Pan, 245–59. Lecture Notes in Computer Science. Berlin, Heidelberg: Springer.

Meyer, Ingrid, Douglas Skuce, Lynne Bowker, e Karen Eck. 1992. «Towards a new generation of terminological resources: an experiment in building a terminological knowledge base». In *Proceedings of the 14th conference on Computational linguistics - Volume 3*, 956–960. COLING '92. Nantes, France: Association for Computational Linguistics.

Murray, Patrick R. 2017. *Basic Medical Microbiology E-Book*. Elsevier Health Sciences.

NML. 2009. «UMLS® Reference Manual [Internet]». *UMLS® Reference Manual [Internet]*. Bethesda (MD): National Library of Medicine.

Oeser, Erhard, e Gerhard Budin. 1998. «Grundlagen der Terminologiewissenschaft». In *FachsprachenEin internationales Handbuch zur Fachsprachenforschung und Terminologiewissenschaft Languages for Special PurposesAn International Handbook of Special-Language and Terminology Research*. Berlin, Boston: De Gruyter Mouton.

OMS. 2016. «International statistical classification of diseases and related health problems - 10th revision. Volume 2 - Instruction manual.» World Health Organization.

Pellett, Philip E., Subhash Mitra, e Thomas C. Holland. 2014. «Basics of Virology». In *Handbook of Clinical Neurology*, a cura di Alex C. Tselis e John Booss, 123:45–66. Neurovirology. Elsevier.

Pschyrembel Online. 2020. «Pschyrembel Online, Walter de Gruyter, Berlin»,. 25 luglio 2020. https://www.pschyrembel.de/.

Reiter, Sabine. 2009. «Über die Bedeutung von Schutzimpfungen». *Public Health Forum* 17 (2): 2–3.

Rey, Alain. 1995. *Essays on Terminology*. John Benjamins Publishing.

Riva, Elisabetta, e Massimo Gentile. 2012. «Diagnosi delle infezioni virali». In *Principi di virologia medica*. CEA.

Robert Koch-Institut (Hrsg.). 2015. *RKI-Fachwörterbuch Infektionsschutz und Infektionsepidemiologie*. Berlin.

Roche, Christophe. 2007. «Saying is not modelling». In *4th International Workshop on Natural Language Processing and Cognitive Science (NLPCS 2007)*, 47–56. Proceedings of NLPCS 2007, Natural Language Processing and Cognitive Science. Funchal, Portugal.

———. 2012. «Ontoterminology: How to unify terminology and ontology into a single paradigm». In *LREC 2012, Eighth International Conference on Language Resources and Evaluation*, a cura di Nicoletta Calzolari (Conference Chair), Khalid Choukri, Thierry Declerck, Mehmet Uğur Doğan, Bente Maegaard, Joseph Mariani, Asuncion Moreno, Jan Odijk, e Stelios Piperidis, p.2626-2630. LREC 2012, Eighth International Conference on Language Resources and Evaluation. Istanbul, Turkey: European Language Resources Association.

Roche, Christophe, Marie Calberg-Challot, Luc Damas, e Philippe Rouard. 2009. «Ontoterminology: A new paradigm for terminology». In *International Conference on Knowledge Engineering and Ontology Development*, 321–26. Madeira, Portugal.

Rothenberg, Robert E. 1987. *La nuova enciclopedia medica Garzanti*. 6. ed. aggiornata. Nuova serie Garzanti. Milano: Garzanti.

Sager, Juan C. 1990. *Practical Course in Terminology Processing*. John Benjamins Publishing.

Schriml, Lynn M., Elvira Mitraka, James Munro, Becky Tauber, Mike Schor, Lance Nickle, Victor Felix, et al. 2019. «Human Disease Ontology 2018 Update: Classification, Content and Workflow Expansion». *Nucleic Acids Research* 47 (D1): D955–62.

Schriml, Lynn M, Elvira Mitraka, James Munro, Becky Tauber, Mike Schor, Lance Nickle, Victor Felix, et al. 2019. «Human Disease Ontology 2018 Update: Classification, Content and Workflow Expansion». *Nucleic Acids Research* 47 (D1): D955–62.

Schriml, Lynn Marie, Cesar Arze, Suvarna Nadendla, Yu-Wei Wayne Chang, Mark Mazaitis, Victor Felix, Gang Feng, e Warren Alden Kibbe. 2012. «Disease Ontology: A Backbone for Disease Semantic Integration». *Nucleic Acids Research* 40 (Database issue): D940-946.

Soglia, Susanna. 2002. «Origine, sviluppo e tendenze della terminologia moderna». In *Manuale di terminologia: aspetti teorici, metodologici e applicativi*. Miano: Hoepli.

Spyns, Peter, e Jan De Bo. 2004. «Ontologies: A Revamped Cross-Disciplinary Buzzword or a Truly Promising Interdisciplinary Research Topic?» In *The Translation of Domain-Specific Languages and Multilingual Terminology Management*, 0:279–92.

Studer, Rudi, V. Richard Benjamins, e Dieter Fensel. 1998. «Knowledge Engineering: Principles and Methods». *Data & Knowledge Engineering* 25 (1): 161–97.

Temmerman, Rita. 2000. *Towards New Ways of Terminology Description: The Sociocognitive-Approach*. John Benjamins Publishing.

———, a c. di. 2004. *The Translation of domain-specific languages and multilingual terminology management*. Linguistica Antverpiensia, ARRAY(0x56300fe9b120). Antwerpen: Hogeschool Antwerpen, Hoger Inst. voor Vertalers en Tolken.

Temmerman, Rita, e Koen Kerremans. 2003. «Termontography: Ontology building and the sociocognitive approach to terminology description». *Proceedings of CIL17*, 1–10.

«The Unified Medical Language System (UMLS): integrating biomedical terminology». s.d. Consultato 7 luglio 2020. https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC308795/.

Tobler, Kurt, Mathias Ackermann, e Cornel Fraefel. 2016a. *Allgemeine Virologie*. 1. Auflage. utb basics. Bern: Haupt Verlag.

———. 2016b. «Virus-Wirt Interaktion». In *Allgemeine Virologie*. Bern: Haupt Verlag.

Uschold, Mike, e Michael Gruninger. 1996. «Ontologies: Principles, Methods and Applications». *The Knowledge Engineering Review* 11 (2): 93–136.

«WHO | International Classification of Diseases, 11th Revision (ICD-11)». s.d. WHO. World Health Organization. Consultato 8 luglio 2020. http://www.who.int/classifications/icd/en/.

Wüster, Eugen. 1972. *Die allgemeine Terminologielehre - ein Grenzgebiet zwischen Sprachwissenschaft, Logik, Ontologie, Informatik und den Sachwissenschaften: Erweiterung eines Vortrages, den der Verfasser am 25. Mai 1972 an der Univ. Wien ... gehalten hat*. Univ. Wien.

———. 1991. *Einführung in die allgemeine Terminologielehre und terminologische Lexikographie*. 3. Aufl. Abhandlungen zur Sprache und Literatur, ARRAY(0x5624d56f42a0). Bonn: Romanistischer Verl.

https://browser.ihtsdotools.org/?perspective=full&conceptId1=50711007&edition=MAIN/2020-03-09&release=&languages=en
Consultato il 20.06.2020

http://ecolexicon.ugr.es/en/index.html
Consultato il 10.06.20

http://linguistic.linkeddata.es/def/translation-categories
Consultato il 20.06.2020

http://ontoterminology.com/tedi
Consultato il 27.06.2020

http://www.ilc.cnr.it/
Consultato il 20.06.2020

http://www.rssp.salute.gov.it/rssp/paginaParagrafoRssp.jsp?sezione=situazione&capitolo=malattie&id=2668
Consultato il 24.06.2020

http://www.treccani.it/enciclopedia/
Consultato il 31.07.2020

http://www.treccani.it/enciclopedia/elenco-opere/Dizionario_di_Medicina
Consultato il 31.07.2020

http://www.treccani.it/enciclopedia/eziologia/
Consultato il 17.06.2020

http://www.treccani.it/enciclopedia/infezione-virale_%28Enciclopedia-della-Scienza-e-della-Tecnica%29/
Consultato il 20.06.2020

http://www.treccani.it/enciclopedia/patogenesi/
Consultato il 15.06.2020

http://www.treccani.it/enciclopedia/virus_%28Dizionario-di-Medicina%29/
Consultato il 10.08.2020

https://browser.ihtsdotools.org/
Consultato il 13.06.2020

https://confluence.ihtsdotools.org/display/DOCGLOSS/relationship
Consultato il 13.06.2020

https://disease-ontology.org/
Consultato il 15.06.2020

https://github.com/andreabellandi/LexO-lite
Consultato il 10.07.2020

https://lemon-model.net/
Consultato il 25.06.2020

https://lemon-model.net/learn/5mins.php
Consultato il 25.06.2020

https://lexinfo.net/ontology/3.0/lexinfo
Consultato il 25.07. 2020

https://protege.stanford.edu/
Consultato il 30.05.2020

https://www.epicentro.iss.it/infettive/#:~:text=Una%20malattia%20infettiva%20%C3%A8%20una,immunitario%20e%20l'organismo%20estraneo.
Consultato il 18.06.2020

https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK9679/figure/ch05.F3/
Consultato il 10.06.2020

https://www.nlm.nih.gov/research/umls/index.html
Consultato il 12.06.2020

https://www.w3.org/ Consultato il 20.06.2020

https://www.w3.org/2016/05/ontolex/ Consultato il 30.06.2020

https://www.w3.org/2016/05/ontolex/#variation-translation-vartrans Consultato il 10.07.2020

https://www.w3.org/OWL/
Consultato il 10.06.2020

https://www.w3.org/RDF/
Consultato il 10.06.2020

https://www.who.int/classifications/icd/en/
Consultato il 20.06.20

# Eidesstattliche Erklärung

INSTITUT FÜR
ÜBERSETZEN UND DOLMETSCHEN

UNIVERSITÄT
HEIDELBERG
ZUKUNFT
SEIT 1386

## Erklärung

Hiermit erkläre ich,

1. dass ich die vorliegende Masterarbeit mit dem Titel

   Realizzazione di una risorsa termino-ontologica nel dominio delle malattie infettive di origine virale

   selbst und ohne fremde Hilfe angefertigt habe,

2. dass andere als die angegebene Literatur nicht benutzt worden ist,

3. dass ich alle Übernahmen aus der angegebenen Literatur als solche kenntlich gemacht und mit Quellennachweisen versehen habe.

Außerdem bestätige ich, dass ich gegen die wissenschaftliche Auswertung meiner Masterarbeit unter der Voraussetzung, dass das Urheberrecht der Verfasserin/des Verfassers sowie die Regeln des wissenschaftlichen Zitierens berücksichtigt werden, nichts einzuwenden habe.

Heidelberg, den 17.08.2020

Unterschrift

## Allegato I: Ontologia formale in OWL


```
<?xml version="1.0"?>
<rdf:RDF xmlns="http://ontologies/myontology#"
     xml:base="http://ontologies/myontology#"
     xmlns:owl="http://www.w3.org/2002/07/owl#"
     xmlns:rdf="http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#"
     xmlns:xml="http://www.w3.org/XML/1998/namespace"
     xmlns:xsd="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#"
     xmlns:rdfs="http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#">
    <owl:Ontology
rdf:about="http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/untit
led-ontology-44"/>



    <!--

///////////////////////////////////////////////////////////////////////////////
//////////
    //
    // Object Properties
    //

///////////////////////////////////////////////////////////////////////////////
//////////
     -->




    <!--
http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/untitled-
ontology-44#erkennt -->

    <owl:ObjectProperty
rdf:about="http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/untit
led-ontology-44#erkennt">
        <rdfs:subPropertyOf
rdf:resource="http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/un
titled-ontology-44#hatFunktion"/>
    </owl:ObjectProperty>



    <!--
http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/untitled-
ontology-44#hatFunktion -->

    <owl:ObjectProperty
rdf:about="http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/untit
led-ontology-44#hatFunktion"/>



    <!--
http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/untitled-
```

ontology-44#hatPhase -->

    <owl:ObjectProperty
rdf:about="http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/untit
led-ontology-44#hatPhase">
        <rdfs:domain
rdf:resource="http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/un
titled-ontology-44#Virusreplikation"/>
        <rdfs:range
rdf:resource="http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/un
titled-ontology-44#Virusreplikation_Phase"/>
    </owl:ObjectProperty>



    <!--
http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/untitled-
ontology-44#hatTeil -->

    <owl:ObjectProperty
rdf:about="http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/untit
led-ontology-44#hatTeil">
        <rdfs:subPropertyOf
rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#topObjectProperty"/>
        <owl:inverseOf
rdf:resource="http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/un
titled-ontology-44#istTeilVon"/>
        <rdfs:domain
rdf:resource="http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/un
titled-ontology-44#Virus"/>
        <rdfs:range
rdf:resource="http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/un
titled-ontology-44#Virusbestandteil"/>
    </owl:ObjectProperty>



    <!--
http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/untitled-
ontology-44#hatÜbertragungsweg -->

    <owl:ObjectProperty
rdf:about="http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/untit
led-ontology-44#hatÜbertragungsweg">
        <rdfs:subPropertyOf
rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#topObjectProperty"/>
    </owl:ObjectProperty>



    <!--
http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/untitled-
ontology-44#istTeilVon -->

    <owl:ObjectProperty
rdf:about="http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/untit
led-ontology-44#istTeilVon">
        <rdfs:subPropertyOf
rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#topObjectProperty"/>
        <rdfs:domain

rdf:resource="http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/untitled-ontology-44#Virusbestandteil"/>
        <rdfs:range rdf:resource="http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/untitled-ontology-44#Virus"/>
    </owl:ObjectProperty>

    <!-- http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/untitled-ontology-44#löst_aus -->

    <owl:ObjectProperty rdf:about="http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/untitled-ontology-44#löst_aus">
        <rdfs:subPropertyOf rdf:resource="http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/untitled-ontology-44#hatFunktion"/>
    </owl:ObjectProperty>

    <!-- http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/untitled-ontology-44#produziert -->

    <owl:ObjectProperty rdf:about="http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/untitled-ontology-44#produziert">
        <rdfs:subPropertyOf rdf:resource="http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/untitled-ontology-44#hatFunktion"/>
    </owl:ObjectProperty>

    <!-- http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/untitled-ontology-44#verursacht -->

    <owl:ObjectProperty rdf:about="http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/untitled-ontology-44#verursacht"/>

    <!--
    ///////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////
    //
    // Classes
    //
    ///////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////
     -->

```
    <!--
http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/untitled-
ontology-44#AIDS -->

    <owl:Class
rdf:about="http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/untit
led-ontology-44#AIDS">
        <rdfs:subClassOf
rdf:resource="http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/un
titled-ontology-44#Infektionskrankheit"/>
    </owl:Class>



    <!--
http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/untitled-
ontology-44#Absorption -->

    <owl:Class
rdf:about="http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/untit
led-ontology-44#Absorption">
        <rdfs:subClassOf
rdf:resource="http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/un
titled-ontology-44#Virusreplikation_Phase"/>
    </owl:Class>



    <!--
http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/untitled-
ontology-44#Adenovirus -->

    <owl:Class
rdf:about="http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/untit
led-ontology-44#Adenovirus">
        <rdfs:subClassOf
rdf:resource="http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/un
titled-ontology-44#doppelsträngiges_DNA-Virus"/>
    </owl:Class>



    <!--
http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/untitled-
ontology-44#Antigen -->

    <owl:Class
rdf:about="http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/untit
led-ontology-44#Antigen">
        <rdfs:subClassOf
rdf:resource="http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/un
titled-ontology-44#immunologische_Substanz"/>
        <rdfs:subClassOf>
            <owl:Restriction>
                <owl:onProperty
rdf:resource="http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/un
titled-ontology-44#löst_aus"/>
                <owl:allValuesFrom
```

rdf:resource="http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/untitled-ontology-44#Immunantwort"/>
            </owl:Restriction>
        </rdfs:subClassOf>
    </owl:Class>



    <!--
http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/untitled-ontology-44#Antikörper -->

    <owl:Class
rdf:about="http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/untitled-ontology-44#Antikörper">
        <owl:equivalentClass
rdf:resource="http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/untitled-ontology-44#Immunoglobulin"/>
        <rdfs:subClassOf
rdf:resource="http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/untitled-ontology-44#immunologische_Substanz"/>
    </owl:Class>



    <!--
http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/untitled-ontology-44#Arenavirus -->

    <owl:Class
rdf:about="http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/untitled-ontology-44#Arenavirus">
        <rdfs:subClassOf
rdf:resource="http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/untitled-ontology-44#einzelsträngiges_RNA-Virus"/>
    </owl:Class>



    <!--
http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/untitled-ontology-44#Auffrischimpfung -->

    <owl:Class
rdf:about="http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/untitled-ontology-44#Auffrischimpfung">
        <rdfs:subClassOf
rdf:resource="http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/untitled-ontology-44#Impfung"/>
    </owl:Class>



    <!--
http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/untitled-ontology-44#Aussschleusung -->

    <owl:Class
rdf:about="http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/untitled-ontology-44#Aussschleusung">
\

```
        <rdfs:subClassOf
rdf:resource="http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/un
titled-ontology-44#Virusreplikation_Phase"/>
    </owl:Class>



    <!--
http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/untitled-
ontology-44#B-Zelle -->

    <owl:Class
rdf:about="http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/untit
led-ontology-44#B-Zelle">
        <rdfs:subClassOf
rdf:resource="http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/un
titled-ontology-44#Lymphozit"/>
        <rdfs:subClassOf>
            <owl:Restriction>
                <owl:onProperty
rdf:resource="http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/un
titled-ontology-44#produziert"/>
                <owl:allValuesFrom
rdf:resource="http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/un
titled-ontology-44#Antikörper"/>
            </owl:Restriction>
        </rdfs:subClassOf>
    </owl:Class>



    <!--
http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/untitled-
ontology-44#Befund -->

    <owl:Class
rdf:about="http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/untit
led-ontology-44#Befund"/>



    <!--
http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/untitled-
ontology-44#Bocavirus -->

    <owl:Class
rdf:about="http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/untit
led-ontology-44#Bocavirus">
        <rdfs:subClassOf
rdf:resource="http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/un
titled-ontology-44#einzelsträngiges_DNA-Virus"/>
    </owl:Class>



    <!--
http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/untitled-
ontology-44#Coronavirus -->

    <owl:Class
```

rdf:about="http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/untit
led-ontology-44#Coronavirus">
        <rdfs:subClassOf
rdf:resource="http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/un
titled-ontology-44#einzelsträngiges_RNA-Virus"/>
    </owl:Class>



    <!--
http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/untitled-
ontology-44#DNA-Virus -->

    <owl:Class
rdf:about="http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/untit
led-ontology-44#DNA-Virus">
        <rdfs:subClassOf
rdf:resource="http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/un
titled-ontology-44#Virus"/>
    </owl:Class>



    <!--
http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/untitled-
ontology-44#Desinfektionmaßnahme -->

    <owl:Class
rdf:about="http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/untit
led-ontology-44#Desinfektionmaßnahme">
        <rdfs:subClassOf
rdf:resource="http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/un
titled-ontology-44#Hygienemaßnahme"/>
    </owl:Class>



    <!--
http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/untitled-
ontology-44#Ebolavirus -->

    <owl:Class
rdf:about="http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/untit
led-ontology-44#Ebolavirus">
        <rdfs:subClassOf
rdf:resource="http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/un
titled-ontology-44#einzelsträngiges_RNA-Virus"/>
    </owl:Class>



    <!--
http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/untitled-
ontology-44#Enterovirus -->

    <owl:Class
rdf:about="http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/untit
led-ontology-44#Enterovirus">
        <rdfs:subClassOf
rdf:resource="http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/un

```
titled-ontology-44#einzelsträngiges_RNA-Virus"/>
    </owl:Class>



    <!--
http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/untitled-
ontology-44#Epstein-Barr-Virus -->

    <owl:Class
rdf:about="http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/untit
led-ontology-44#Epstein-Barr-Virus">
        <rdfs:subClassOf
rdf:resource="http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/un
titled-ontology-44#Herpesvirus"/>
    </owl:Class>



    <!--
http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/untitled-
ontology-44#Erreger -->

    <owl:Class
rdf:about="http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/untit
led-ontology-44#Erreger">
        <rdfs:subClassOf>
            <owl:Restriction>
                <owl:onProperty
rdf:resource="http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/un
titled-ontology-44#verursacht"/>
                <owl:someValuesFrom
rdf:resource="http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/un
titled-ontology-44#Infektion"/>
            </owl:Restriction>
        </rdfs:subClassOf>
        <rdfs:subClassOf>
            <owl:Restriction>
                <owl:onProperty
rdf:resource="http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/un
titled-ontology-44#verursacht"/>
                <owl:someValuesFrom
rdf:resource="http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/un
titled-ontology-44#Infektionskrankheit"/>
            </owl:Restriction>
        </rdfs:subClassOf>
        <rdfs:comment xml:lang="de"></rdfs:comment>
    </owl:Class>



    <!--
http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/untitled-
ontology-44#Erstinfektion -->

    <owl:Class
rdf:about="http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/untit
led-ontology-44#Erstinfektion">
        <rdfs:subClassOf
rdf:resource="http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/un
```

titled-ontology-44#Infektion"/>
        <rdfs:comment xml:lang="de">Syn. Primärinfektion</rdfs:comment>
    </owl:Class>



    <!--
http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/untitled-
ontology-44#Flavivirus -->

    <owl:Class
rdf:about="http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/untit
led-ontology-44#Flavivirus">
        <rdfs:subClassOf
rdf:resource="http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/un
titled-ontology-44#einzelsträngiges_RNA-Virus"/>
    </owl:Class>



    <!--
http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/untitled-
ontology-44#Gelbefieber-Virus -->

    <owl:Class
rdf:about="http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/untit
led-ontology-44#Gelbefieber-Virus">
        <rdfs:subClassOf
rdf:resource="http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/un
titled-ontology-44#Flavivirus"/>
    </owl:Class>



    <!--
http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/untitled-
ontology-44#Genom -->

    <owl:Class
rdf:about="http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/untit
led-ontology-44#Genom">
        <rdfs:subClassOf
rdf:resource="http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/un
titled-ontology-44#Virusbestandteil"/>
    </owl:Class>



    <!--
http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/untitled-
ontology-44#Genomreplikation -->

    <owl:Class
rdf:about="http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/untit
led-ontology-44#Genomreplikation">
        <rdfs:subClassOf
rdf:resource="http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/un
titled-ontology-44#Virusreplikation_Phase"/>
    </owl:Class>

```
    <!--
http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/untitled-
ontology-44#HAV-Infektion -->

    <owl:Class
rdf:about="http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/untit
led-ontology-44#HAV-Infektion">
        <rdfs:subClassOf
rdf:resource="http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/un
titled-ontology-44#Infektion"/>
    </owl:Class>



    <!--
http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/untitled-
ontology-44#HBV-Infektion -->

    <owl:Class
rdf:about="http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/untit
led-ontology-44#HBV-Infektion">
        <rdfs:subClassOf
rdf:resource="http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/un
titled-ontology-44#Infektion"/>
    </owl:Class>



    <!--
http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/untitled-
ontology-44#HCV-Infektion -->

    <owl:Class
rdf:about="http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/untit
led-ontology-44#HCV-Infektion">
        <rdfs:subClassOf
rdf:resource="http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/un
titled-ontology-44#Infektion"/>
    </owl:Class>



    <!--
http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/untitled-
ontology-44#HDV-Infektion -->

    <owl:Class
rdf:about="http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/untit
led-ontology-44#HDV-Infektion">
        <rdfs:subClassOf
rdf:resource="http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/un
titled-ontology-44#Infektion"/>
    </owl:Class>



    <!--
http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/untitled-
```

ontology-44#HEV-Infektion -->

    <owl:Class
rdf:about="http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/untit
led-ontology-44#HEV-Infektion">
        <rdfs:subClassOf
rdf:resource="http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/un
titled-ontology-44#Infektion"/>
    </owl:Class>



    <!--
http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/untitled-
ontology-44#HIV-Infektion -->

    <owl:Class
rdf:about="http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/untit
led-ontology-44#HIV-Infektion">
        <rdfs:subClassOf
rdf:resource="http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/un
titled-ontology-44#Infektion"/>
    </owl:Class>



    <!--
http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/untitled-
ontology-44#Hantavirus -->

    <owl:Class
rdf:about="http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/untit
led-ontology-44#Hantavirus">
        <rdfs:subClassOf
rdf:resource="http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/un
titled-ontology-44#einzelsträngiges_RNA-Virus"/>
    </owl:Class>



    <!--
http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/untitled-
ontology-44#Hepadnaviriadae -->

    <owl:Class
rdf:about="http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/untit
led-ontology-44#Hepadnaviriadae">
        <rdfs:subClassOf
rdf:resource="http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/un
titled-ontology-44#doppelsträngiges_DNA-Virus"/>
    </owl:Class>



    <!--
http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/untitled-
ontology-44#Hepatitis-A-Virus -->

    <owl:Class
rdf:about="http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/untit
\

led-ontology-44#Hepatitis-A-Virus">
        <rdfs:subClassOf
rdf:resource="http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/un
titled-ontology-44#Hepatovirus"/>
    </owl:Class>



    <!--
http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/untitled-
ontology-44#Hepatitis_A -->

    <owl:Class
rdf:about="http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/untit
led-ontology-44#Hepatitis_A">
        <rdfs:subClassOf
rdf:resource="http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/un
titled-ontology-44#Infektionskrankheit"/>
    </owl:Class>



    <!--
http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/untitled-
ontology-44#Hepatitis_B -->

    <owl:Class
rdf:about="http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/untit
led-ontology-44#Hepatitis_B">
        <rdfs:subClassOf
rdf:resource="http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/un
titled-ontology-44#Infektionskrankheit"/>
    </owl:Class>



    <!--
http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/untitled-
ontology-44#Hepatitis_C -->

    <owl:Class
rdf:about="http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/untit
led-ontology-44#Hepatitis_C">
        <rdfs:subClassOf
rdf:resource="http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/un
titled-ontology-44#Infektionskrankheit"/>
    </owl:Class>



    <!--
http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/untitled-
ontology-44#Hepatitis_D -->

    <owl:Class
rdf:about="http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/untit
led-ontology-44#Hepatitis_D">
        <rdfs:subClassOf
rdf:resource="http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/un
titled-ontology-44#Infektionskrankheit"/>

```
    </owl:Class>



    <!--
http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/untitled-
ontology-44#Hepatitis_E -->

    <owl:Class
rdf:about="http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/untit
led-ontology-44#Hepatitis_E">
        <rdfs:subClassOf
rdf:resource="http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/un
titled-ontology-44#Infektionskrankheit"/>
    </owl:Class>



    <!--
http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/untitled-
ontology-44#Hepatits-A-Virus -->

    <owl:Class
rdf:about="http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/untit
led-ontology-44#Hepatits-A-Virus">
        <rdfs:subClassOf
rdf:resource="http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/un
titled-ontology-44#Hepatovirus"/>
    </owl:Class>



    <!--
http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/untitled-
ontology-44#Hepatits-B-Virus -->

    <owl:Class
rdf:about="http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/untit
led-ontology-44#Hepatits-B-Virus">
        <rdfs:subClassOf
rdf:resource="http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/un
titled-ontology-44#Hepadnaviriadae"/>
    </owl:Class>



    <!--
http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/untitled-
ontology-44#Hepatits-C-Virus -->

    <owl:Class
rdf:about="http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/untit
led-ontology-44#Hepatits-C-Virus">
        <rdfs:subClassOf
rdf:resource="http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/un
titled-ontology-44#Flavivirus"/>
    </owl:Class>
```

```
    <!--
http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/untitled-
ontology-44#Hepatovirus -->

    <owl:Class
rdf:about="http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/untit
led-ontology-44#Hepatovirus">
        <rdfs:subClassOf
rdf:resource="http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/un
titled-ontology-44#einzelsträngiges_RNA-Virus"/>
    </owl:Class>



    <!--
http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/untitled-
ontology-44#Herpes_simplex-Virus -->

    <owl:Class
rdf:about="http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/untit
led-ontology-44#Herpes_simplex-Virus">
        <rdfs:subClassOf
rdf:resource="http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/un
titled-ontology-44#Herpesvirus"/>
    </owl:Class>



    <!--
http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/untitled-
ontology-44#Herpesvirus -->

    <owl:Class
rdf:about="http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/untit
led-ontology-44#Herpesvirus">
        <rdfs:subClassOf
rdf:resource="http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/un
titled-ontology-44#doppelsträngiges_DNA-Virus"/>
    </owl:Class>



    <!--
http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/untitled-
ontology-44#Humanes_Immudefizienz-Virus -->

    <owl:Class
rdf:about="http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/untit
led-ontology-44#Humanes_Immudefizienz-Virus">
        <rdfs:subClassOf
rdf:resource="http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/un
titled-ontology-44#Lentivirus"/>
    </owl:Class>



    <!--
http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/untitled-
ontology-44#Hygienemaßnahme -->
```

```
    <owl:Class
rdf:about="http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/untit
led-ontology-44#Hygienemaßnahme">
        <rdfs:subClassOf
rdf:resource="http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/un
titled-ontology-44#präventive_Maßnahme"/>
    </owl:Class>



    <!--
http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/untitled-
ontology-44#IgA -->

    <owl:Class
rdf:about="http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/untit
led-ontology-44#IgA">
        <rdfs:subClassOf
rdf:resource="http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/un
titled-ontology-44#Immunoglobulin"/>
    </owl:Class>



    <!--
http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/untitled-
ontology-44#IgG -->

    <owl:Class
rdf:about="http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/untit
led-ontology-44#IgG">
        <rdfs:subClassOf
rdf:resource="http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/un
titled-ontology-44#Immunoglobulin"/>
    </owl:Class>



    <!--
http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/untitled-
ontology-44#IgM -->

    <owl:Class
rdf:about="http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/untit
led-ontology-44#IgM">
        <rdfs:subClassOf
rdf:resource="http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/un
titled-ontology-44#Immunoglobulin"/>
    </owl:Class>



    <!--
http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/untitled-
ontology-44#Immudefekt -->

    <owl:Class
rdf:about="http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/untit
led-ontology-44#Immudefekt">
        <rdfs:subClassOf
```

rdf:resource="http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/untitled-ontology-44#Immunsystem_Erkrankung"/>
    </owl:Class>



    <!--
http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/untitled-ontology-44#Immunantwort -->

    <owl:Class
rdf:about="http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/untitled-ontology-44#Immunantwort">
        <rdfs:subClassOf
rdf:resource="http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/untitled-ontology-44#immunologische_Funktion"/>
    </owl:Class>



    <!--
http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/untitled-ontology-44#Immunisierung -->

    <owl:Class
rdf:about="http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/untitled-ontology-44#Immunisierung">
        <rdfs:subClassOf
rdf:resource="http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/untitled-ontology-44#präventive_Maßnahme"/>
    </owl:Class>



    <!--
http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/untitled-ontology-44#Immunität -->

    <owl:Class
rdf:about="http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/untitled-ontology-44#Immunität">
        <rdfs:subClassOf
rdf:resource="http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/untitled-ontology-44#immunologische_Funktion"/>
    </owl:Class>



    <!--
http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/untitled-ontology-44#Immunoglobulin -->

    <owl:Class
rdf:about="http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/untitled-ontology-44#Immunoglobulin">
        <rdfs:subClassOf
rdf:resource="http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/untitled-ontology-44#immunologische_Substanz"/>
    </owl:Class>

```
    <!--
http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/untitled-
ontology-44#Immunokompetenz -->

    <owl:Class
rdf:about="http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/untit
led-ontology-44#Immunokompetenz">
        <rdfs:subClassOf
rdf:resource="http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/un
titled-ontology-44#immunologische_Funktion"/>
    </owl:Class>



    <!--
http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/untitled-
ontology-44#Immunsuppression -->

    <owl:Class
rdf:about="http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/untit
led-ontology-44#Immunsuppression">
        <rdfs:subClassOf
rdf:resource="http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/un
titled-ontology-44#Immunsystem_Befund"/>
    </owl:Class>



    <!--
http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/untitled-
ontology-44#Immunsystem -->

    <owl:Class
rdf:about="http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/untit
led-ontology-44#Immunsystem">
        <rdfs:subClassOf>
            <owl:Restriction>
                <owl:onProperty
rdf:resource="http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/un
titled-ontology-44#hatFunktion"/>
                <owl:someValuesFrom
rdf:resource="http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/un
titled-ontology-44#immunologische_Funktion"/>
            </owl:Restriction>
        </rdfs:subClassOf>
    </owl:Class>



    <!--
http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/untitled-
ontology-44#Immunsystem_Befund -->

    <owl:Class
rdf:about="http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/untit
led-ontology-44#Immunsystem_Befund"/>
```

```
    <!--
http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/untitled-
ontology-44#Immunsystem_Erkrankung -->

    <owl:Class
rdf:about="http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/untit
led-ontology-44#Immunsystem_Erkrankung">
        <rdfs:subClassOf
rdf:resource="http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/un
titled-ontology-44#Erkrankung/Krankheit"/>
    </owl:Class>



    <!--
http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/untitled-
ontology-44#Immunsystem_Struktur -->

    <owl:Class
rdf:about="http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/untit
led-ontology-44#Immunsystem_Struktur"/>



    <!--
http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/untitled-
ontology-44#Impfstoff -->

    <owl:Class
rdf:about="http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/untit
led-ontology-44#Impfstoff">
        <rdfs:subClassOf
rdf:resource="http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/un
titled-ontology-44#immunologische_Substanz"/>
    </owl:Class>



    <!--
http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/untitled-
ontology-44#Impfung -->

    <owl:Class
rdf:about="http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/untit
led-ontology-44#Impfung">
        <rdfs:subClassOf
rdf:resource="http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/un
titled-ontology-44#präventive_Maßnahme"/>
        <rdfs:subClassOf>
            <owl:Restriction>
                <owl:onProperty
rdf:resource="http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/un
titled-ontology-44#hatFunktion"/>
                <owl:someValuesFrom
rdf:resource="http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/un
titled-ontology-44#Immunisierung"/>
            </owl:Restriction>
        </rdfs:subClassOf>
    </owl:Class>
```

```
    <!--
http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/untitled-
ontology-44#Infektion -->

    <owl:Class
rdf:about="http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/untit
led-ontology-44#Infektion">
        <rdfs:subClassOf
rdf:resource="http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/un
titled-ontology-44#Erkrankung/Krankheit"/>
    </owl:Class>



    <!--
http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/untitled-
ontology-44#Infektionskrankheit -->

    <owl:Class
rdf:about="http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/untit
led-ontology-44#Infektionskrankheit">
        <rdfs:subClassOf
rdf:resource="http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/un
titled-ontology-44#Erkrankung/Krankheit"/>
        <rdfs:subClassOf>
            <owl:Restriction>
                <owl:onProperty
rdf:resource="http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/un
titled-ontology-44#hatÜbertragungsweg"/>
                <owl:someValuesFrom
rdf:resource="http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/un
titled-ontology-44#Übertragungsweg"/>
            </owl:Restriction>
        </rdfs:subClassOf>
    </owl:Class>



    <!--
http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/untitled-
ontology-44#Infektionsquelle -->

    <owl:Class
rdf:about="http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/untit
led-ontology-44#Infektionsquelle"/>



    <!--
http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/untitled-
ontology-44#Influenzavirus -->

    <owl:Class
rdf:about="http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/untit
led-ontology-44#Influenzavirus">
        <rdfs:subClassOf
rdf:resource="http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/un
```

```
titled-ontology-44#einzelsträngiges_RNA-Virus"/>
    </owl:Class>



    <!--
http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/untitled-
ontology-44#Inkubationszeit -->

    <owl:Class
rdf:about="http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/untit
led-ontology-44#Inkubationszeit">
        <rdfs:subClassOf
rdf:resource="http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/un
titled-ontology-44#klinisches_Stadium"/>
    </owl:Class>



    <!--
http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/untitled-
ontology-44#Kapside -->

    <owl:Class
rdf:about="http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/untit
led-ontology-44#Kapside">
        <rdfs:subClassOf
rdf:resource="http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/un
titled-ontology-44#Virusbestandteil"/>
    </owl:Class>



    <!--
http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/untitled-
ontology-44#Koinfektion -->

    <owl:Class
rdf:about="http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/untit
led-ontology-44#Koinfektion">
        <rdfs:subClassOf
rdf:resource="http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/un
titled-ontology-44#Infektion"/>
    </owl:Class>



    <!--
http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/untitled-
ontology-44#Lebendimpfstoff -->

    <owl:Class
rdf:about="http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/untit
led-ontology-44#Lebendimpfstoff">
        <rdfs:subClassOf
rdf:resource="http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/un
titled-ontology-44#Impfstoff"/>
        <owl:disjointWith
rdf:resource="http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/un
titled-ontology-44#Totimpfstoff"/>
```

```
    </owl:Class>



    <!--
http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/untitled-
ontology-44#Lentivirus -->

    <owl:Class
rdf:about="http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/untit
led-ontology-44#Lentivirus">
        <rdfs:subClassOf
rdf:resource="http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/un
titled-ontology-44#einzelsträngiges_RNA-Virus"/>
    </owl:Class>



    <!--
http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/untitled-
ontology-44#Lymphozit -->

    <owl:Class
rdf:about="http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/untit
led-ontology-44#Lymphozit">
        <rdfs:subClassOf
rdf:resource="http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/un
titled-ontology-44#Immunsystem_Struktur"/>
    </owl:Class>



    <!--
http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/untitled-
ontology-44#Lyssavirus -->

    <owl:Class
rdf:about="http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/untit
led-ontology-44#Lyssavirus">
        <rdfs:subClassOf
rdf:resource="http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/un
titled-ontology-44#einzelsträngiges_RNA-Virus"/>
    </owl:Class>



    <!--
http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/untitled-
ontology-44#Masernvirus -->

    <owl:Class
rdf:about="http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/untit
led-ontology-44#Masernvirus">
        <rdfs:subClassOf
rdf:resource="http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/un
titled-ontology-44#einzelsträngiges_RNA-Virus"/>
    </owl:Class>
```

```
    <!--
http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/untitled-
ontology-44#Metapneumovirus -->

    <owl:Class
rdf:about="http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/untit
led-ontology-44#Metapneumovirus">
        <rdfs:subClassOf
rdf:resource="http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/un
titled-ontology-44#einzelsträngiges_RNA-Virus"/>
    </owl:Class>



    <!--
http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/untitled-
ontology-44#Mumpsvirus -->

    <owl:Class
rdf:about="http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/untit
led-ontology-44#Mumpsvirus">
        <rdfs:subClassOf
rdf:resource="http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/un
titled-ontology-44#einzelsträngiges_RNA-Virus"/>
    </owl:Class>



    <!--
http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/untitled-
ontology-44#Norovirus -->

    <owl:Class
rdf:about="http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/untit
led-ontology-44#Norovirus">
        <rdfs:subClassOf
rdf:resource="http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/un
titled-ontology-44#einzelsträngiges_RNA-Virus"/>
    </owl:Class>



    <!--
http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/untitled-
ontology-44#Papillomvirus -->

    <owl:Class
rdf:about="http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/untit
led-ontology-44#Papillomvirus">
        <rdfs:subClassOf
rdf:resource="http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/un
titled-ontology-44#doppelsträngiges_DNA-Virus"/>
    </owl:Class>



    <!--
http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/untitled-
ontology-44#Parvovirus_B19 -->
```

```
    <owl:Class
rdf:about="http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/untit
led-ontology-44#Parvovirus_B19">
        <rdfs:subClassOf
rdf:resource="http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/un
titled-ontology-44#einzelsträngiges_DNA-Virus"/>
    </owl:Class>



    <!--
http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/untitled-
ontology-44#Penetration -->

    <owl:Class
rdf:about="http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/untit
led-ontology-44#Penetration">
        <rdfs:subClassOf
rdf:resource="http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/un
titled-ontology-44#Virusreplikation_Phase"/>
    </owl:Class>



    <!--
http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/untitled-
ontology-44#Poliovirus -->

    <owl:Class
rdf:about="http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/untit
led-ontology-44#Poliovirus">
        <rdfs:subClassOf
rdf:resource="http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/un
titled-ontology-44#Enterovirus"/>
    </owl:Class>



    <!--
http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/untitled-
ontology-44#Polyomavirus -->

    <owl:Class
rdf:about="http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/untit
led-ontology-44#Polyomavirus">
        <rdfs:subClassOf
rdf:resource="http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/un
titled-ontology-44#doppelsträngiges_DNA-Virus"/>
    </owl:Class>



    <!--
http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/untitled-
ontology-44#Proteinsynthese -->

    <owl:Class
rdf:about="http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/untit
led-ontology-44#Proteinsynthese">
        <rdfs:subClassOf
```

rdf:resource="http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/untitled-ontology-44#Virusreplikation_Phase"/>
    </owl:Class>

    <!--
http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/untitled-ontology-44#RNA-Virus -->

    <owl:Class
rdf:about="http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/untitled-ontology-44#RNA-Virus">
        <rdfs:subClassOf
rdf:resource="http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/untitled-ontology-44#Virus"/>
    </owl:Class>

    <!--
http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/untitled-ontology-44#Rabiesvirus -->

    <owl:Class
rdf:about="http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/untitled-ontology-44#Rabiesvirus">
        <rdfs:subClassOf
rdf:resource="http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/untitled-ontology-44#einzelsträngiges_RNA-Virus"/>
    </owl:Class>

    <!--
http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/untitled-ontology-44#Reininfektion -->

    <owl:Class
rdf:about="http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/untitled-ontology-44#Reininfektion">
        <rdfs:subClassOf
rdf:resource="http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/untitled-ontology-44#Infektion"/>
    </owl:Class>

    <!--
http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/untitled-ontology-44#Rotavirus -->

    <owl:Class
rdf:about="http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/untitled-ontology-44#Rotavirus">
        <rdfs:subClassOf
rdf:resource="http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/untitled-ontology-44#doppelsträngiges_RNA-Virus"/>
    </owl:Class>

```
    <!--
http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/untitled-
ontology-44#Rubivirus -->

    <owl:Class
rdf:about="http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/untit
led-ontology-44#Rubivirus">
        <rdfs:subClassOf
rdf:resource="http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/un
titled-ontology-44#einzelsträngiges_RNA-Virus"/>
    </owl:Class>



    <!--
http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/untitled-
ontology-44#Rötelnvirus -->

    <owl:Class
rdf:about="http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/untit
led-ontology-44#Rötelnvirus">
        <rdfs:subClassOf
rdf:resource="http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/un
titled-ontology-44#Rubivirus"/>
    </owl:Class>



    <!--
http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/untitled-
ontology-44#Schmierinfektion -->

    <owl:Class
rdf:about="http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/untit
led-ontology-44#Schmierinfektion">
        <rdfs:subClassOf
rdf:resource="http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/un
titled-ontology-44#direkte_Übertragung"/>
    </owl:Class>



    <!--
http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/untitled-
ontology-44#Serokorversion -->

    <owl:Class
rdf:about="http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/untit
led-ontology-44#Serokorversion"/>



    <!--
http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/untitled-
ontology-44#Superinfektion -->

    <owl:Class
rdf:about="http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/untit
```

led-ontology-44#Superinfektion">
        <rdfs:subClassOf
rdf:resource="http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/untitled-ontology-44#Infektion"/>
    </owl:Class>



    <!--
http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/untitled-ontology-44#T-Zelle -->

    <owl:Class
rdf:about="http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/untitled-ontology-44#T-Zelle">
        <rdfs:subClassOf
rdf:resource="http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/untitled-ontology-44#Lymphozit"/>
    </owl:Class>



    <!--
http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/untitled-ontology-44#Totimpfstoff -->

    <owl:Class
rdf:about="http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/untitled-ontology-44#Totimpfstoff">
        <rdfs:subClassOf
rdf:resource="http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/untitled-ontology-44#Impfstoff"/>
    </owl:Class>



    <!--
http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/untitled-ontology-44#Tröpfcheninfektion -->

    <owl:Class
rdf:about="http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/untitled-ontology-44#Tröpfcheninfektion">
        <rdfs:subClassOf
rdf:resource="http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/untitled-ontology-44#direkte_Übertragung"/>
    </owl:Class>



    <!--
http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/untitled-ontology-44#Uncoating -->

    <owl:Class
rdf:about="http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/untitled-ontology-44#Uncoating">
        <rdfs:subClassOf
rdf:resource="http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/untitled-ontology-44#Virusreplikation_Phase"/>

```
    </owl:Class>



    <!--
http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/untitled-
ontology-44#Varicella-Zoster-Virus -->

    <owl:Class
rdf:about="http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/untit
led-ontology-44#Varicella-Zoster-Virus">
        <rdfs:subClassOf
rdf:resource="http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/un
titled-ontology-44#Herpesvirus"/>
    </owl:Class>



    <!--
http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/untitled-
ontology-44#Variolavirus -->

    <owl:Class
rdf:about="http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/untit
led-ontology-44#Variolavirus">
        <rdfs:subClassOf
rdf:resource="http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/un
titled-ontology-44#doppelsträngiges_DNA-Virus"/>
    </owl:Class>



    <!--
http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/untitled-
ontology-44#Virus -->

    <owl:Class
rdf:about="http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/untit
led-ontology-44#Virus">
        <rdfs:subClassOf
rdf:resource="http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/un
titled-ontology-44#Erreger"/>
        <rdfs:subClassOf>
            <owl:Restriction>
                <owl:onProperty
rdf:resource="http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/un
titled-ontology-44#hatTeil"/>
                <owl:someValuesFrom
rdf:resource="http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/un
titled-ontology-44#Virusbestandteil"/>
            </owl:Restriction>
        </rdfs:subClassOf>
    </owl:Class>



    <!--
http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/untitled-
ontology-44#Virusbestandteil -->
```

```
    <owl:Class
rdf:about="http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/untit
led-ontology-44#Virusbestandteil">
        <rdfs:subClassOf>
            <owl:Restriction>
                <owl:onProperty
rdf:resource="http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/un
titled-ontology-44#istTeilVon"/>
                <owl:someValuesFrom
rdf:resource="http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/un
titled-ontology-44#Virus"/>
            </owl:Restriction>
        </rdfs:subClassOf>
    </owl:Class>



    <!--
http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/untitled-
ontology-44#Virushülle -->

    <owl:Class
rdf:about="http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/untit
led-ontology-44#Virushülle">
        <rdfs:subClassOf
rdf:resource="http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/un
titled-ontology-44#Virusbestandteil"/>
    </owl:Class>



    <!--
http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/untitled-
ontology-44#Virusreplikation -->

    <owl:Class
rdf:about="http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/untit
led-ontology-44#Virusreplikation">
        <rdfs:subClassOf>
            <owl:Restriction>
                <owl:onProperty
rdf:resource="http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/un
titled-ontology-44#hatPhase"/>
                <owl:someValuesFrom
rdf:resource="http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/un
titled-ontology-44#Virusreplikation_Phase"/>
            </owl:Restriction>
        </rdfs:subClassOf>
    </owl:Class>



    <!--
http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/untitled-
ontology-44#Virusreplikation_Phase -->

    <owl:Class
rdf:about="http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/untit
led-ontology-44#Virusreplikation_Phase"/>
```

```
    <!--
http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/untitled-
ontology-44#Virämie -->

    <owl:Class
rdf:about="http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/untit
led-ontology-44#Virämie">
        <rdfs:subClassOf
rdf:resource="http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/un
titled-ontology-44#Befund"/>
    </owl:Class>



    <!--
http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/untitled-
ontology-44#Wirt -->

    <owl:Class
rdf:about="http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/untit
led-ontology-44#Wirt"/>



    <!--
http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/untitled-
ontology-44#Zytomegalie-Viren -->

    <owl:Class
rdf:about="http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/untit
led-ontology-44#Zytomegalie-Viren">
        <rdfs:subClassOf
rdf:resource="http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/un
titled-ontology-44#Herpesvirus"/>
    </owl:Class>



    <!--
http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/untitled-
ontology-44#aerogene_Übertragung -->

    <owl:Class
rdf:about="http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/untit
led-ontology-44#aerogene_Übertragung">
        <rdfs:subClassOf
rdf:resource="http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/un
titled-ontology-44#indirekte_Übertragung"/>
    </owl:Class>



    <!--
http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/untitled-
ontology-44#akute_Infektion -->

    <owl:Class
rdf:about="http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/untit
```

led-ontology-44#akute_Infektion">
        <rdfs:subClassOf
rdf:resource="http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/un
titled-ontology-44#Infektion"/>
    </owl:Class>



    <!--
http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/untitled-
ontology-44#alimentäre_Übertragung -->

    <owl:Class
rdf:about="http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/untit
led-ontology-44#alimentäre_Übertragung">
        <rdfs:subClassOf
rdf:resource="http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/un
titled-ontology-44#indirekte_Übertragung"/>
    </owl:Class>



    <!--
http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/untitled-
ontology-44#angeborene_Immunität -->

    <owl:Class
rdf:about="http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/untit
led-ontology-44#angeborene_Immunität">
        <rdfs:subClassOf
rdf:resource="http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/un
titled-ontology-44#Immunität"/>
        <owl:disjointWith
rdf:resource="http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/un
titled-ontology-44#erworbene_Immunität"/>
    </owl:Class>



    <!--
http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/untitled-
ontology-44#attiveImmunisierung -->

    <owl:Class
rdf:about="http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/untit
led-ontology-44#attiveImmunisierung">
        <rdfs:subClassOf
rdf:resource="http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/un
titled-ontology-44#Immunisierung"/>
        <owl:disjointWith
rdf:resource="http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/un
titled-ontology-44#passiveImmunisierung"/>
    </owl:Class>



    <!--
http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/untitled-
ontology-44#direkte_Übertragung -->

```
    <owl:Class
rdf:about="http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/untit
led-ontology-44#direkte_Übertragung">
        <rdfs:subClassOf
rdf:resource="http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/un
titled-ontology-44#Übertragungsweg"/>
    </owl:Class>



    <!--
http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/untitled-
ontology-44#doppelsträngiges_DNA-Virus -->

    <owl:Class
rdf:about="http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/untit
led-ontology-44#doppelsträngiges_DNA-Virus">
        <rdfs:subClassOf
rdf:resource="http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/un
titled-ontology-44#DNA-Virus"/>
        <owl:disjointWith
rdf:resource="http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/un
titled-ontology-44#einzelsträngiges_DNA-Virus"/>
    </owl:Class>



    <!--
http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/untitled-
ontology-44#doppelsträngiges_RNA-Virus -->

    <owl:Class
rdf:about="http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/untit
led-ontology-44#doppelsträngiges_RNA-Virus">
        <rdfs:subClassOf
rdf:resource="http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/un
titled-ontology-44#RNA-Virus"/>
        <owl:disjointWith
rdf:resource="http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/un
titled-ontology-44#einzelsträngiges_RNA-Virus"/>
    </owl:Class>



    <!--
http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/untitled-
ontology-44#einzelsträngiges_DNA-Virus -->

    <owl:Class
rdf:about="http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/untit
led-ontology-44#einzelsträngiges_DNA-Virus">
        <rdfs:subClassOf
rdf:resource="http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/un
titled-ontology-44#DNA-Virus"/>
    </owl:Class>



    <!--
http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/untitled-
```

ontology-44#einzelsträngiges_RNA-Virus -->

    <owl:Class
rdf:about="http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/untit
led-ontology-44#einzelsträngiges_RNA-Virus">
        <rdfs:subClassOf
rdf:resource="http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/un
titled-ontology-44#RNA-Virus"/>
    </owl:Class>



    <!--
http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/untitled-
ontology-44#erworbene_Immunität -->

    <owl:Class
rdf:about="http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/untit
led-ontology-44#erworbene_Immunität">
        <rdfs:subClassOf
rdf:resource="http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/un
titled-ontology-44#Immunität"/>
        <rdfs:comment>syn. adaptvive Immuität</rdfs:comment>
    </owl:Class>



    <!--
http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/untitled-
ontology-44#horinzontale_Übertragung -->

    <owl:Class
rdf:about="http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/untit
led-ontology-44#horinzontale_Übertragung">
        <rdfs:subClassOf
rdf:resource="http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/un
titled-ontology-44#Übertragungsweg"/>
    </owl:Class>



    <!--
http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/untitled-
ontology-44#humorale_Immunantwort -->

    <owl:Class
rdf:about="http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/untit
led-ontology-44#humorale_Immunantwort">
        <rdfs:subClassOf
rdf:resource="http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/un
titled-ontology-44#Immunantwort"/>
        <owl:disjointWith
rdf:resource="http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/un
titled-ontology-44#zelluläre_Immunantwort"/>
    </owl:Class>



    <!--
http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/untitled-

```
ontology-44#immunologische_Funktion -->

    <owl:Class
rdf:about="http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/untit
led-ontology-44#immunologische_Funktion"/>



    <!--
http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/untitled-
ontology-44#immunologische_Substanz -->

    <owl:Class
rdf:about="http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/untit
led-ontology-44#immunologische_Substanz"/>



    <!--
http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/untitled-
ontology-44#immunologisches_Gedächtnis -->

    <owl:Class
rdf:about="http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/untit
led-ontology-44#immunologisches_Gedächtnis">
        <rdfs:subClassOf
rdf:resource="http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/un
titled-ontology-44#immunologische_Funktion"/>
    </owl:Class>



    <!--
http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/untitled-
ontology-44#indirekte_Übertragung -->

    <owl:Class
rdf:about="http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/untit
led-ontology-44#indirekte_Übertragung">
        <rdfs:subClassOf
rdf:resource="http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/un
titled-ontology-44#Übertragungsweg"/>
    </owl:Class>



    <!--
http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/untitled-
ontology-44#klinisches_Stadium -->

    <owl:Class
rdf:about="http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/untit
led-ontology-44#klinisches_Stadium"/>



    <!--
http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/untitled-
ontology-44#kronische_Infektion -->
```

```
    <owl:Class
rdf:about="http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/untit
led-ontology-44#kronische_Infektion">
        <rdfs:subClassOf
rdf:resource="http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/un
titled-ontology-44#Infektion"/>
    </owl:Class>



    <!--
http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/untitled-
ontology-44#latente_Infektion -->

    <owl:Class
rdf:about="http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/untit
led-ontology-44#latente_Infektion">
        <rdfs:subClassOf
rdf:resource="http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/un
titled-ontology-44#Infektion"/>
    </owl:Class>



    <!--
http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/untitled-
ontology-44#natürliche_Killerzelle -->

    <owl:Class
rdf:about="http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/untit
led-ontology-44#natürliche_Killerzelle">
        <rdfs:subClassOf
rdf:resource="http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/un
titled-ontology-44#Lymphozit"/>
    </owl:Class>



    <!--
http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/untitled-
ontology-44#nosokomiale_Infektion -->

    <owl:Class
rdf:about="http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/untit
led-ontology-44#nosokomiale_Infektion">
        <rdfs:subClassOf
rdf:resource="http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/un
titled-ontology-44#Infektion"/>
    </owl:Class>



    <!--
http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/untitled-
ontology-44#opportunistische_Infektion -->

    <owl:Class
rdf:about="http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/untit
led-ontology-44#opportunistische_Infektion">
        <rdfs:subClassOf
```

rdf:resource="http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/untitled-ontology-44#Infektion"/>
    </owl:Class>



    <!--
http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/untitled-ontology-44#parenterale_Übertragung -->

    <owl:Class
rdf:about="http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/untitled-ontology-44#parenterale_Übertragung">
        <rdfs:subClassOf
rdf:resource="http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/untitled-ontology-44#indirekte_Übertragung"/>
    </owl:Class>



    <!--
http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/untitled-ontology-44#passiveImmunisierung -->

    <owl:Class
rdf:about="http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/untitled-ontology-44#passiveImmunisierung">
        <rdfs:subClassOf
rdf:resource="http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/untitled-ontology-44#Immunisierung"/>
    </owl:Class>



    <!--
http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/untitled-ontology-44#primäre_Immunantwort -->

    <owl:Class
rdf:about="http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/untitled-ontology-44#primäre_Immunantwort">
        <rdfs:subClassOf
rdf:resource="http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/untitled-ontology-44#Immunantwort"/>
        <owl:disjointWith
rdf:resource="http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/untitled-ontology-44#sekundäre_Immunantwort"/>
    </owl:Class>



    <!--
http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/untitled-ontology-44#präventive_Maßnahme -->

    <owl:Class
rdf:about="http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/untitled-ontology-44#präventive_Maßnahme"/>

```
    <!--
http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/untitled-
ontology-44#sekundäre_Immunantwort -->

    <owl:Class
rdf:about="http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/untit
led-ontology-44#sekundäre_Immunantwort">
        <rdfs:subClassOf
rdf:resource="http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/un
titled-ontology-44#Immunantwort"/>
    </owl:Class>



    <!--
http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/untitled-
ontology-44#sexuelle_Übertragung -->

    <owl:Class
rdf:about="http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/untit
led-ontology-44#sexuelle_Übertragung">
        <rdfs:subClassOf
rdf:resource="http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/un
titled-ontology-44#Schmierinfektion"/>
    </owl:Class>



    <!--
http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/untitled-
ontology-44#vektorvermittelte_Übertragung -->

    <owl:Class
rdf:about="http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/untit
led-ontology-44#vektorvermittelte_Übertragung">
        <rdfs:subClassOf
rdf:resource="http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/un
titled-ontology-44#indirekte_Übertragung"/>
    </owl:Class>



    <!--
http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/untitled-
ontology-44#vertikale_Übertragung -->

    <owl:Class
rdf:about="http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/untit
led-ontology-44#vertikale_Übertragung">
        <rdfs:subClassOf
rdf:resource="http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/un
titled-ontology-44#direkte_Übertragung"/>
    </owl:Class>



    <!--
http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/untitled-
ontology-44#wasservermittelte_Übertragung -->
```

```
    <owl:Class
rdf:about="http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/untit
led-ontology-44#wasservermittelte_Übertragung">
        <rdfs:subClassOf
rdf:resource="http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/un
titled-ontology-44#indirekte_Übertragung"/>
    </owl:Class>



    <!--
http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/untitled-
ontology-44#zelluläre_Immunantwort -->

    <owl:Class
rdf:about="http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/untit
led-ontology-44#zelluläre_Immunantwort">
        <rdfs:subClassOf
rdf:resource="http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/un
titled-ontology-44#Immunantwort"/>
    </owl:Class>



    <!--
http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/untitled-
ontology-44#Übertragung_durch_Blut -->

    <owl:Class
rdf:about="http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/untit
led-ontology-44#Übertragung_durch_Blut">
        <rdfs:subClassOf
rdf:resource="http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/un
titled-ontology-44#indirekte_Übertragung"/>
    </owl:Class>



    <!--
http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/untitled-
ontology-44#Übertragungsweg -->

    <owl:Class
rdf:about="http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/untit
led-ontology-44#Übertragungsweg"/>



    <!--
http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/untitled-
ontology-44#Erkrankung/Krankheit -->

    <owl:Class
rdf:about="http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/untit
led-ontology-44#Erkrankung/Krankheit"/>



    <!--
```

```
///////////////////////////////////////////////////////////////////////////////
//////////
    //
    // General axioms
    //

///////////////////////////////////////////////////////////////////////////////
//////////
     -->

    <rdf:Description>
        <rdf:type
rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#AllDisjointClasses"/>
        <owl:members rdf:parseType="Collection">
            <rdf:Description
rdf:about="http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/untit
led-ontology-44#Arenavirus"/>
            <rdf:Description
rdf:about="http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/untit
led-ontology-44#Coronavirus"/>
            <rdf:Description
rdf:about="http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/untit
led-ontology-44#Ebolavirus"/>
            <rdf:Description
rdf:about="http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/untit
led-ontology-44#Enterovirus"/>
            <rdf:Description
rdf:about="http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/untit
led-ontology-44#Flavivirus"/>
            <rdf:Description
rdf:about="http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/untit
led-ontology-44#Hantavirus"/>
            <rdf:Description
rdf:about="http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/untit
led-ontology-44#Hepatovirus"/>
            <rdf:Description
rdf:about="http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/untit
led-ontology-44#Influenzavirus"/>
            <rdf:Description
rdf:about="http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/untit
led-ontology-44#Lentivirus"/>
            <rdf:Description
rdf:about="http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/untit
led-ontology-44#Lyssavirus"/>
            <rdf:Description
rdf:about="http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/untit
led-ontology-44#Masernvirus"/>
            <rdf:Description
rdf:about="http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/untit
led-ontology-44#Metapneumovirus"/>
            <rdf:Description
rdf:about="http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/untit
led-ontology-44#Mumpsvirus"/>
            <rdf:Description
rdf:about="http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/untit
led-ontology-44#Norovirus"/>
            <rdf:Description
rdf:about="http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/untit
led-ontology-44#Rabiesvirus"/>
```

```
            <rdf:Description
rdf:about="http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/untit
led-ontology-44#Rubivirus"/>
        </owl:members>
    </rdf:Description>
    <rdf:Description>
        <rdf:type
rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#AllDisjointClasses"/>
        <owl:members rdf:parseType="Collection">
            <rdf:Description
rdf:about="http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/untit
led-ontology-44#B-Zelle"/>
            <rdf:Description
rdf:about="http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/untit
led-ontology-44#T-Zelle"/>
            <rdf:Description
rdf:about="http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/untit
led-ontology-44#natürliche_Killerzelle"/>
        </owl:members>
    </rdf:Description>
    <rdf:Description>
        <rdf:type
rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#AllDisjointClasses"/>
        <owl:members rdf:parseType="Collection">
            <rdf:Description
rdf:about="http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/untit
led-ontology-44#IgA"/>
            <rdf:Description
rdf:about="http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/untit
led-ontology-44#IgG"/>
            <rdf:Description
rdf:about="http://www.semanticweb.org/alicesanfilippo/ontologies/2020/5/untit
led-ontology-44#IgM"/>
        </owl:members>
    </rdf:Description>
</rdf:RDF>



<!-- Generated by the OWL API (version 4.5.9.2019-02-01T07:24:44Z)
https://github.com/owlcs/owlapi -->
```