
Módulo 1

Modelo Descritivo

da Aprendizagem

Baseada em Projetos:

Uma ontologia para repositório e consultas de dados sobre características, condições e estados funcionais de implementações do PBL

Autores:

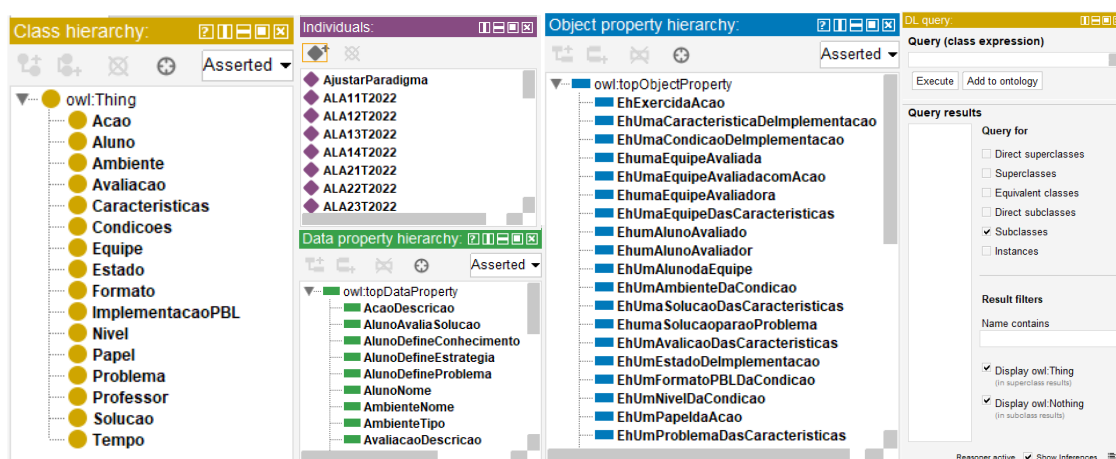
Juliana de Santana Silva

Herman Augusto Lepikson

1 Modelo descritivo

O modelo descritivo é uma ontologia que representa as características, condições e estados do PBL. As classes, as instâncias, as propriedades de dados, as propriedades de objetos e consultas da ontologia deste modelo implementado no Protégé são apresentadas na Figura 1.

Figura 1 – Modelo descritivo implementado no Protégé



Fonte: Autoria própria.

1.1 Escopo

A pergunta principal a ser respondida pela ontologia adotada é: uma implementação específica do PBL com determinadas características, condições e resultados alcançou ou não as funções do PBL? Conforme o Quadro 1, outras questões secundárias foram estabelecidas. A ontologia foi desenvolvida para ser usada, adaptada e/ou ampliada pelos praticantes e pesquisadores do PBL. Este modelo foi projetado para: (i) auxiliar pesquisadores em estudos científicos; (iii) ser um repositório de dados sobre o PBL para futuras consultas dos praticantes desta metodologia.

Quadro 1- Questões a serem respondidas por meio da ontologia

Ordem	Questões	Elementos da questão Q(PBL)	Estrutura, comportamento e função
1	Quais os problemas PBL são resolvidos em uma determinada implementação específica?	Característica PBL	Estrutura
2	Quais as equipes resolveram problemas em uma determinada implementação específica do PBL?		
3	Quais os papéis que um docente desempenhou em uma determinada implementação específica do PBL?		
4	Quais as soluções desenvolvidas em uma determinada implementação específica do PBL?		
5	Quais as avaliações realizadas em uma determinada implementação específica do PBL?		
6	Quais os ambientes adotados em uma implementação específica do PBL?	Condições do PBL	
7	Qual o formato PBL foi adotado em uma implementação específica?		
8	Qual o tempo de uma implementação específica do PBL?		
9	Qual o nível educacional de uma implementação específica do PBL?		
10	Qual é o estado das funções de uma implementação específica do PBL?	Estados do PBL	Estrutura e Funções
11	Quais as variantes evolutivas de uma implementação específica do PBL?	Implementação específica do PBL	Comportamento

Fonte: Autoria própria

1.2 Reuso de ontologia

Uma busca por ontologias do PBL foi realizada conforme os protocolos do Quadro 2. Ao analisar os estudos que desenvolveram ontologias, notou-se que não seria possível

o reuso, uma vez, que as ontologias identificadas representaram o PBL por aspectos distintos do proposto.

Quadro 2 – Protocolo para identificação de ontologias similares

Protocolo												
Objetivos		Avaliar as ontologias existentes sobre o PBL										
Estratégia de busca	Palavras -chaves	("ontology" OR "ontologies") AND ("problem-based learning")										
	Bases de dados	Web of Science e Scopus										
	Data de acesso	14/09/2024										
	Critério de inclusão	Artigos que desenvolvem ontologias sobre o PBL										
	Critério de exclusão	Artigos que citam ontologias como abordagens uteis, mas não apresentam ontologias desenvolvidas.										
	Extração de dados	Ontologias existentes sobre o PBL e os aspectos modelados										
PRISMA												
<table><tr><th colspan="2">Etapas da Pesquisa</th></tr><tr><td>Número de artigos acessados na Base de Dados Web of Science</td><td>17</td></tr><tr><td>Número de artigos acessados na Base de Dados Scopus</td><td>45</td></tr><tr><td>Número de artigos duplicados - Excluídos</td><td>17</td></tr><tr><td>Número de artigos avaliados</td><td>45</td></tr></table>			Etapas da Pesquisa		Número de artigos acessados na Base de Dados Web of Science	17	Número de artigos acessados na Base de Dados Scopus	45	Número de artigos duplicados - Excluídos	17	Número de artigos avaliados	45
Etapas da Pesquisa												
Número de artigos acessados na Base de Dados Web of Science	17											
Número de artigos acessados na Base de Dados Scopus	45											
Número de artigos duplicados - Excluídos	17											
Número de artigos avaliados	45											

Fonte: autoria própria

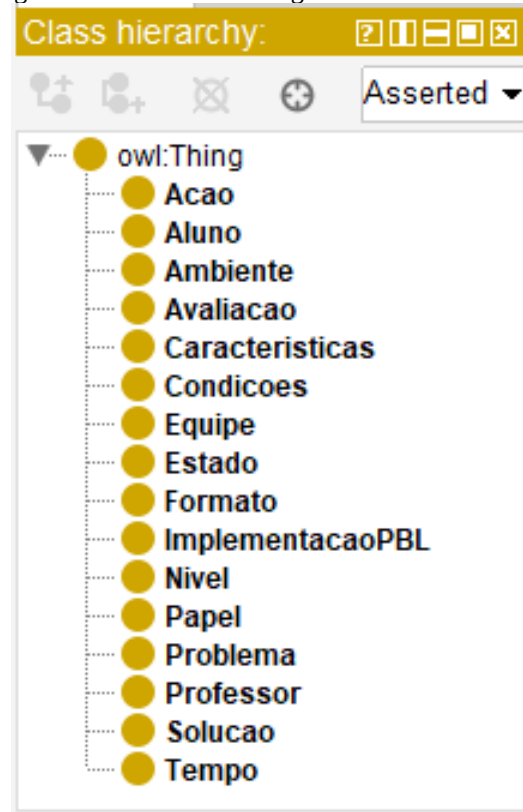
1.3 Enumeração de termos

Os termos definidos foram as características (problema, solução, equipe, docente e avaliações), condições (formato de implementação, tempo de implementação, nível educacional de implementação e ambiente de implementação) e estados do PBL (alcance da capacidade de resolução de problemas, aquisição de conhecimento, aprendizagem colaborativa, aprendizagem construtiva, aprendizagem contextualizada e aprendizagem autodirigida).

1.4 Classes e hierarquia das classes

Fundamentada nos termos, as classes e a hierarquia das classes do modelo são apresentadas na Figura 2.

Figura 2 - Classes da ontologia do modelo descritivo



Fonte: Autoria própria

1.5 Propriedade das classes

O modelo apresenta 44 propriedades de objeto conforme a Figura 3.

Figura 3 - Propriedade do objeto



Fonte: Autoria própria

As 39 propriedades de dados do modelo são apresentadas na Figura 4.

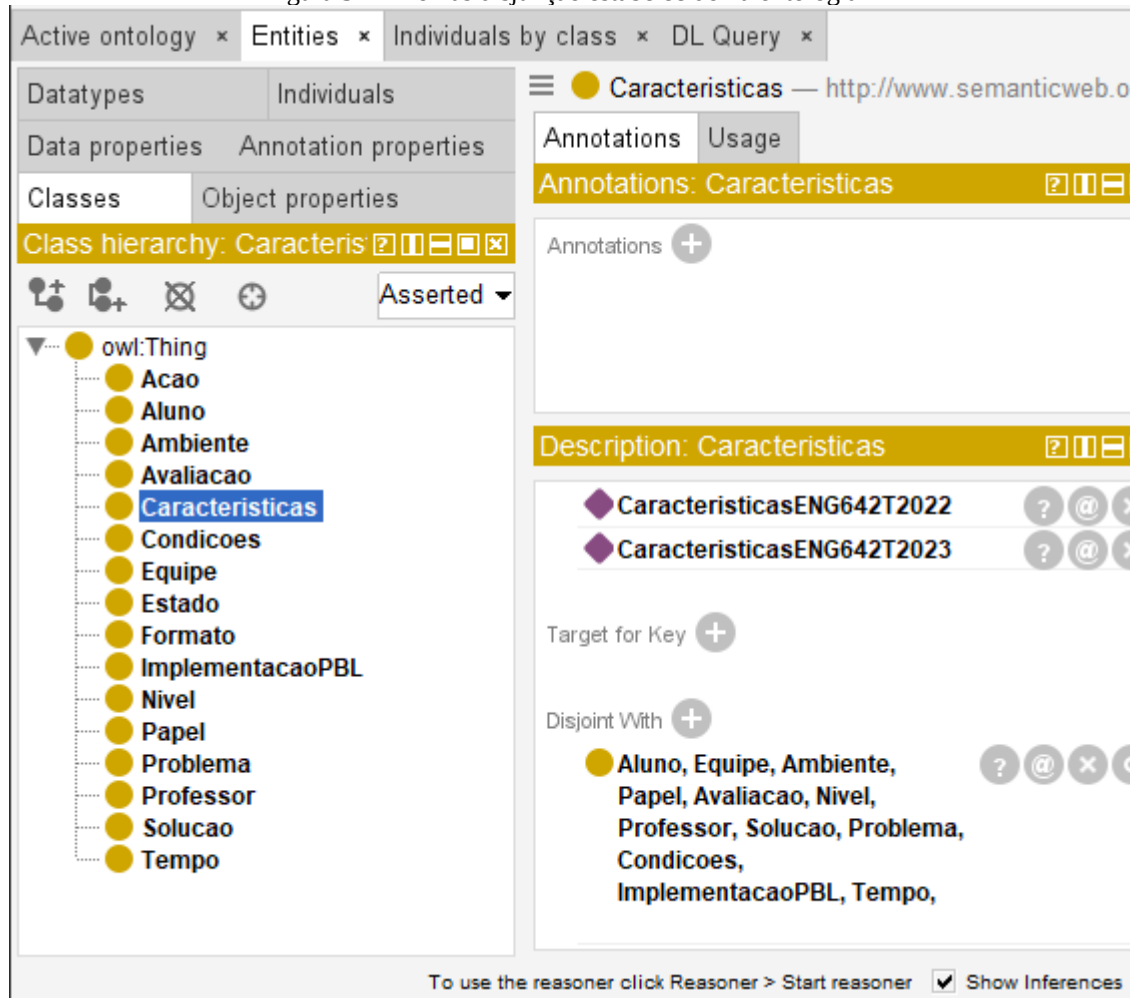
Figura 4 - Propriedade do dado



Fonte: Autoria própria

Os relacionamentos das classes conforme a possibilidade de inferência e consulta são apresentados na Figura 5.

Figura 5 - Axiomas disjunção estabelecido na ontologia

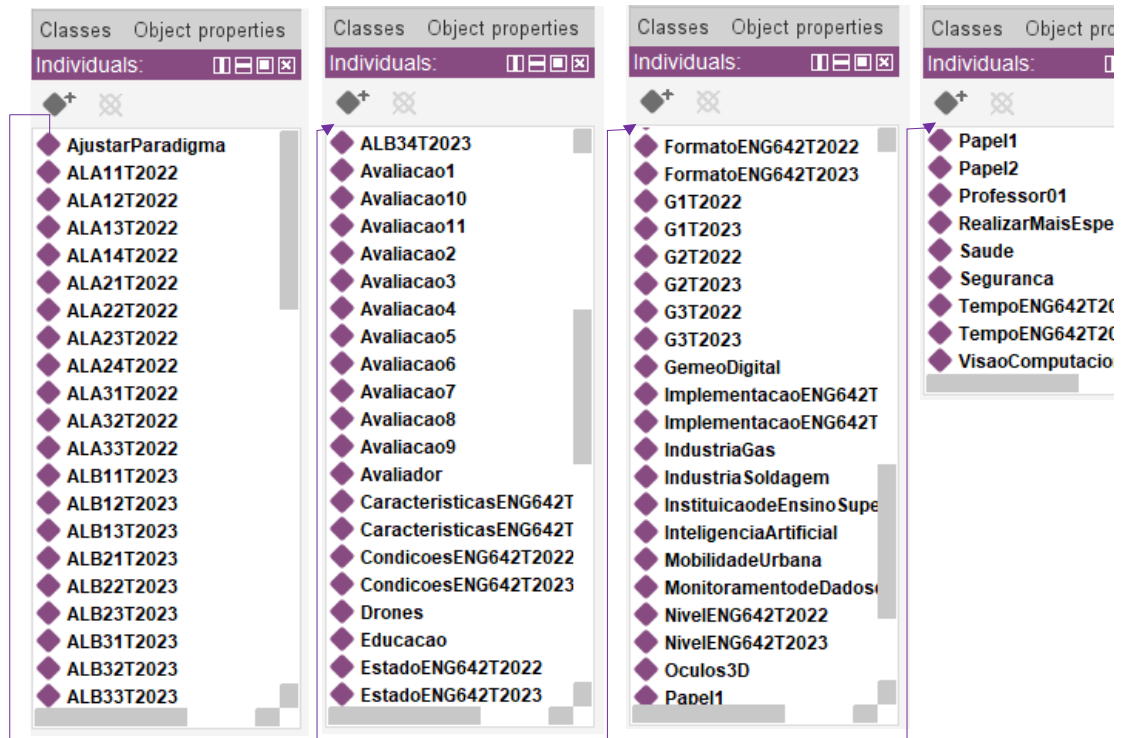


Fonte: Autoria própria.

1.6 Criar instâncias

Para ilustrar as funcionalidades do modelo, as instâncias foram criadas conforme dados coletados em um estudo qualitativo. Foram inseridas 71 instâncias, conforme a Figura 6.

Figura 6 - Instâncias da ontologia.



Fonte: Autoria própria.

2 Aplicações do modelo

O modelo pode ser utilizado para realizar consultas que respondam as questões apresentadas no Quadro 1. Trata-se de um modelo que já foi validado considerando os critérios de completude, consistência e concisão. A seguir são apresentados exemplos de consultas e discussões sobre os benefícios e usos para os possíveis usuários.

2.1 Quais os problemas PBL resolvidos em uma determinada implementação específica?

Os problemas resolvidos em uma implementação podem ser rastreados, conforme Figura 7. Portanto, a ontologia funciona como um repositório de dados de problemas que poderão ser acessados por alunos e professores, pesquisadores e/ou organizações. Professores podem realizar reuso de problemas para reduzir o seu tempo e esforço na especificação das características do PBL, alunos podem identificar possibilidades de problemas para serem resolvidos em um contexto de aprendizagem autodirigida, pesquisadores podem identificar oportunidades de pesquisas (considerando que teses e dissertações são fundamentadas em problemas e projetos) e organizações podem identificar oportunidades de negócios.

Figura 7 - Resposta da consulta SPARQL da Q1

```
SELECT ?ProblemaArea ?ProblemaDescricao ?ImplementacaoNome ?CaracteristicaNome
WHERE {
  ?Implementacao d:TemCaracteristica ?Caracteristica.
  ?Implementacao d:ImplementacaoNome ?ImplementacaoNome.
  ?Caracteristica d:CaracteristicasNome ?CaracteristicaNome.
  ?Caracteristica d:TemProblema ?Problema.
  ?Problema d:ProblemaArea ?ProblemaArea.
  ?Problema d:ProblemaDescricao ?ProblemaDescricao.
}
```

ProblemaArea	ProblemaDescricao	ImplementacaoNome	CaracteristicaNome
1IndustriaGas	Desenvolver uma solução disruptiva para a área temática selecionada. Baseada em sistemas ciberfísico e internet das coisas, esta solução de verá ser: (i)apresentado em nível conceitual; (ii) técnica e economicamente viável com tecnologia disponível até 2027.	ImplementacaoENG642T2022	CaracteristicaENG642T2022
2IndustriaSoldagem	Desenvolver uma solução disruptiva para a área temática selecionada. Baseada em sistemas ciberfísico e internet das coisas, esta solução de verá ser: (i)apresentado em nível conceitual; (ii) técnica e economicamente viável com tecnologia disponível até 2027.	ImplementacaoENG642T2022	CaracteristicaENG642T2022
3Seguranca	Desenvolver uma solução disruptiva para a área temática selecionada. Baseada em sistemas ciberfísico e internet das coisas, esta solução de verá ser: (i)apresentado em nível conceitual; (ii) técnica e economicamente viável com tecnologia disponível até 2027.	ImplementacaoENG642T2022	CaracteristicaENG642T2022
4MobilidadeUrbana	Desenvolver uma solução disruptiva para a área temática selecionada. Baseada em sistemas ciberfísico e internet das coisas, esta solução de verá ser: (i) apresentado em nível informacional; (ii) técnica e economicamente viável com tecnologia disponível até 2030; (iii) atender às nec essidades dos usuários e da comunidade em um ambiente de cidade inteligente e sustentável, no caso, Salvador, Bahia.	ImplementacaoENG642T2023	CaracteristicaENG642T2023
5Educacao	Desenvolver uma solução disruptiva para a área temática selecionada. Baseada em sistemas ciberfísico e internet das coisas, esta solução de verá ser: (i) apresentado em nível informacional; (ii) técnica e economicamente viável com tecnologia disponível até 2030; (iii) atender às nec essidades dos usuários e da comunidade em um ambiente de cidade inteligente e sustentável, no caso, Salvador, Bahia.	ImplementacaoENG642T2023	CaracteristicaENG642T2023
6Saude	Desenvolver uma solução disruptiva para a área temática selecionada. Baseada em sistemas ciberfísico e internet das coisas, esta solução de verá ser: (i) apresentado em nível informacional; (ii) técnica e economicamente viável com tecnologia disponível até 2030; (iii) atender às nec essidades dos usuários e da comunidade em um ambiente de cidade inteligente e sustentável, no caso, Salvador, Bahia.	ImplementacaoENG642T2023	CaracteristicaENG642T2023

Fonte: Autoria própria.

2.2 Quais as equipes resolveram problemas em uma determinada implementação específica do PBL?

As equipes relacionadas a um determinado problema de interesse podem ser identificadas, conforme Figura 8. Portanto, no PBL implementado no formato currículo, alunos podem contatar outros alunos mais experientes em um determinado tema para realizar colaborações e avançar nas soluções deste problema durante a aprendizagem autodirigida. Pesquisadores, organizações e docentes podem identificar a equipe que atua ou atuou resolvendo um determinado problema. No contexto de uma instituição de ensino superior que acomoda ensino, pesquisa e extensão, esta busca pode implicar na identificação de: (i) um orientador; (ii) de um conjunto de pessoas que podem ser *startups*; (iii) alunos, professores, pesquisadores e grupos que atuaram resolvendo um determinado problema.

Figura 8 - Resposta da consulta SPARQL da Q2

```
SELECT ?implementacaonome ?equipeid ?alunonome ?problemaarea
WHERE {
  ?implementacao d:TemCaracteristica ?caracteristica.
  ?implementacao d:ImplementacaoNome ?implementacaonome.
  ?caracteristica d:CaracteristicasNome ?caracteristicaNome.
  ?caracteristica d:TemProblema ?problema.
  ?problema d:ProblemaArea ?problemaarea.
  ?equipes d:EhUmaEquipeDasCaracteristicas ?caracteristica.
  ?equipes d:Resolvem ?problema.
  ?equipes d:TemAluno ?aluno.
  ?aluno d:AlunoNome ?alunonome.
  ?equipes d:EquipeID ?equipeid.
}
ORDER BY (?alunonome)
```

implementacaonome	equipeid	alunonome	problemaarea
1ImplementacaoENG642T2022	"1"^^<http://www.w3.org/2001/XMLSchema#int>	ALA11T2022	Seguranca
2ImplementacaoENG642T2022	"1"^^<http://www.w3.org/2001/XMLSchema#int>	ALA12T2022	Seguranca
3ImplementacaoENG642T2022	"1"^^<http://www.w3.org/2001/XMLSchema#int>	ALA13T2022	Seguranca
4ImplementacaoENG642T2022	"1"^^<http://www.w3.org/2001/XMLSchema#int>	ALA14T2022	Seguranca
5ImplementacaoENG642T2022	"2"^^<http://www.w3.org/2001/XMLSchema#int>	ALA21T2022	IndustriaGas
6ImplementacaoENG642T2022	"2"^^<http://www.w3.org/2001/XMLSchema#int>	ALA22T2022	IndustriaGas
7ImplementacaoENG642T2022	"2"^^<http://www.w3.org/2001/XMLSchema#int>	ALA23T2022	IndustriaGas
8ImplementacaoENG642T2022	"2"^^<http://www.w3.org/2001/XMLSchema#int>	ALA24T2022	IndustriaGas
9ImplementacaoENG642T2022	"3"^^<http://www.w3.org/2001/XMLSchema#int>	ALA31T2022	IndustriaSoldagem
10ImplementacaoENG642T2022	"3"^^<http://www.w3.org/2001/XMLSchema#int>	ALA32T2022	IndustriaSoldagem
11ImplementacaoENG642T2022	"3"^^<http://www.w3.org/2001/XMLSchema#int>	ALA33T2022	IndustriaSoldagem
12ImplementacaoENG642T2023	"1"^^<http://www.w3.org/2001/XMLSchema#int>	ALB11T2023	Educacao
13ImplementacaoENG642T2023	"1"^^<http://www.w3.org/2001/XMLSchema#int>	ALB12T2023	Educacao
14ImplementacaoENG642T2023	"1"^^<http://www.w3.org/2001/XMLSchema#int>	ALB13T2023	Educacao
15ImplementacaoENG642T2023	"2"^^<http://www.w3.org/2001/XMLSchema#int>	ALB21T2023	Saude
16ImplementacaoENG642T2023	"2"^^<http://www.w3.org/2001/XMLSchema#int>	ALB22T2023	Saude
17ImplementacaoENG642T2023	"2"^^<http://www.w3.org/2001/XMLSchema#int>	ALB23T2023	Saude
18ImplementacaoENG642T2023	"3"^^<http://www.w3.org/2001/XMLSchema#int>	ALB31T2023	MobilidadeUrbana
19ImplementacaoENG642T2023	"3"^^<http://www.w3.org/2001/XMLSchema#int>	ALB32T2023	MobilidadeUrbana
20ImplementacaoENG642T2023	"3"^^<http://www.w3.org/2001/XMLSchema#int>	ALB33T2023	MobilidadeUrbana
21ImplementacaoENG642T2023	"3"^^<http://www.w3.org/2001/XMLSchema#int>	ALB34T2023	MobilidadeUrbana

Fonte: Autoria própria.

2.3 Quais os papéis que um docente desempenhou em uma determinada implementação específica do PBL?

Os papéis do docente em uma determinada implementação específica pode indicar o perfil do docente de acordo com uma implementação, conforme Figura 9. Pode-se identificar as ações realizadas para um determinado problema, solução e equipe. Estas ações podem revelar incompletudes e erros relacionados a um problema ou um comportamento de determinada equipe.

Figura 9 - Resposta da consulta SPARQL da Q3

```
SELECT ?implementacaonome ?equipeid ?professornome ?acaodescricao ?papelnome
WHERE {
  ?implementacao d:TemCaracteristica ?caracteristica.
  ?implementacao d:ImplementacaoNome ?implementacaonome.
  ?caracteristica d:CaracteristicasNome ?caracteristicanome.
  ?equipes d:EhUmaEquipeDasCaracteristicas ?caracteristica.
  ?equipes d:EquipeID ?equipeid.
  ?professor d:EhUmProfessorDasCaracteristicas ?caracteristica.
  ?professor d:ProfessorNome ?professornome.
  ?professor d:ExerceAcao ?acao.
  ?acao d:AcaoDescricao ?acaodescricao.
  ?acao d:TemAcaoEquipe ?equipes.
  ?acao d:TemPapelnaAcao ?papel.
  ?papel d:PapelNome ?papelnome.
}
ORDER BY (?alunonome)
```

implementacaonome	equipeid	professornome	acaodescricao	papelnome
1ImplementacaoENG642T2023	"1"^^<http://www.w3.org/2001/XMLSchema#int>	Professor01	Ajustar o paradigma da solução desenvolvida. A solução foi projetada para princípios do século passado.	Avaliador
2ImplementacaoENG642T2023	"1"^^<http://www.w3.org/2001/XMLSchema#int>	Professor01	É necessário detalhar mais a solução proposta.	Avaliador

Fonte: Autoria própria.

2.4 Quais as soluções desenvolvidas em uma determinada implementação específica do PBL?

As soluções desenvolvidas por implementações podem ser rastreadas, conforme Figura 10. Soluções relacionadas a um problema específico podem ser identificadas. Por exemplo, é possível identificar as soluções relacionadas à segurança ou problemas que empregaram como solução gêmeo digital, conforme a Figura 10. Portanto, é possível saber os diversos caminhos de solução adotados para um determinado problema. Este processo fornece a possibilidade do docente e do aluno identificar a novidade das propostas em um contexto de ensino e aprendizagem.

Figura 10 - Resposta da consulta SPARQL da Q4

```
SELECT ?implementacaonome ?solucaotecnica ?problemaarea
WHERE {
  ?implementacao d:TemCaracteristica ?caracteristica.
  ?implementacao d:ImplementacaoNome ?implementacaonome.
  ?caracteristica d:CaracteristicasNome ?caracteristicanome.
  ?solucao d:EhUmaSolucaoDasCaracteristicas ?caracteristica.
  ?solucao d:SolucaoTecnica ?solucaotecnica.
  ?caracteristica d:TemProblema ?problema.
  ?solucao d:EhUmaSolucaoParaProblema ?problema.
  ?problema d:ProblemaArea ?problemaarea.
}
```

implementacaonome	solucaotecnica	problemaarea
1ImplementacaoENG642T2022	Monitoramento de Dados de Satelites	IndustriaGas
2ImplementacaoENG642T2022	Drones	Seguranca
3ImplementacaoENG642T2022	Visao Computacional	Seguranca
4ImplementacaoENG642T2023	Inteligencia Artificial	MobilidadeUrbana
5ImplementacaoENG642T2023	Oculos 3D	Educacao
6ImplementacaoENG642T2023	GemeoDigital	Saude

Fonte: Autoria própria.

2.5 Quais as avaliações realizadas em uma determinada implementação específica do PBL?

As avaliações realizadas pelos alunos podem ser analisadas e permitem identificar as percepções acerca de um determinado problema ou solução, conforme Figura 11. Esta informação possibilita analisar as evoluções e estagio de uma solução e problema.

Figura 11 - Resposta da consulta SPARQL da Q5

```
SELECT ?implementacaonome ?avaliacaodescricao ?alunoavaliadornome ?equipeavaliadaID
WHERE {
  ?implementacao d:TemCaracteristica ?caracteristica.
  ?implementacao d:ImplementacaoNome ?implementacaonome.
  ?caracteristica d:CaracteristicasNome ?caracteristicanome.
  ?avaliacao d:EhUmAvaliacaoDasCaracteristicas ?caracteristica.
  ?avaliacao d:TemEquipeAvaliada ?equipeavaliada.
  ?equipeavaliada d:EquipeID ?equipeavaliadaID.
  ?avaliacao d:AvaliacaoDescricao ?avaliacaodescricao.
  ?avaliacao d:TemAlunoAvaliador ?alunoavaliador.
  ?alunoavaliador d:AlunoNome ?alunoavaliadornome.
}
ORDERBY (?alunoavaliador)
```

implementacaonome	avaliacaodescricao	alunoavaliadornome	equipeavaliadaID
1ImplementacaoENG642T2022	Incluir ciclo de vida.	ALA11T2022	"1"^^<http://www.w3.org/2001/XMLSchema#int>
2ImplementacaoENG642T2022	Detalhar redação.	ALA11T2022	"3"^^<http://www.w3.org/2001/XMLSchema#int>
3ImplementacaoENG642T2022	Incluir clientes.	ALA11T2022	"1"^^<http://www.w3.org/2001/XMLSchema#int>
4ImplementacaoENG642T2022	Focar nos requisitos no objetivo principal.	ALA11T2022	"1"^^<http://www.w3.org/2001/XMLSchema#int>
5ImplementacaoENG642T2022	Detalhar redação.	ALA11T2022	"3"^^<http://www.w3.org/2001/XMLSchema#int>
6ImplementacaoENG642T2022	Incluir benchmarking.	ALA24T2022	"3"^^<http://www.w3.org/2001/XMLSchema#int>
7ImplementacaoENG642T2022	Detalhar requisitos.	ALA24T2022	"2"^^<http://www.w3.org/2001/XMLSchema#int>
8ImplementacaoENG642T2022	Definir forma de análise dos gases.	ALA32T2022	"2"^^<http://www.w3.org/2001/XMLSchema#int>
9ImplementacaoENG642T2022	Não ficou claro quem são os clientes.	ALA33T2022	"1"^^<http://www.w3.org/2001/XMLSchema#int>
10ImplementacaoENG642T2022	Precisa incluir ciclo de vida.	ALA33T2022	"2"^^<http://www.w3.org/2001/XMLSchema#int>
11ImplementacaoENG642T2022	Não ficou claro quem são os clientes.	ALA33T2022	"2"^^<http://www.w3.org/2001/XMLSchema#int>

Fonte: Autoria própria.

2.6 Quais os ambientes adotados em uma implementação específica do PBL?

Por meio da identificação do ambiente adotado, é possível saber: (i) se uma determinada implementação combina ambiente presencial e híbrido; (ii) se a implementação já foi totalmente *online* ou presencial, conforme Figura 12. Para docentes e pesquisadores do PBL, a consulta da implementação conforme o ambiente pode permitir análises comparativas.

Figura 12 - Resposta da consulta SPARQL da Q6

```
SELECT ?implementacaonome?condicoesnome ?instituicaonome ?ambien  
WHERE {  
  ?condicoes d:EhUmaCondicaoDeImplementacao ?implementacao.  
  ?implementacao d:ImplementacaoNome ?implementacaonome.  
  ?condicoes d:CondicoesNome ?condicoesnome.  
  ?ambiente d:EhUmAmbienteDaCondicao ?condicoes.  
  ?ambiente d:AmbienteNome ?ambienome.  
  ?ambiente d:AmbienteTipo ?ambientetipo.  
  ?ambiente d:InstituicaoNome ?instituicaonome.  
}
```

implementacaonome	condicoesnome	instituicaonome	ambienome	ambientetipo
1ImplementacaoENG642T2022	CondicoesENG642T2022	Universidade Federal da Bahia (UFBA)	Sala01	Presencial
2ImplementacaoENG642T2023	CondicoesENG642T2023	Universidade Federal da Bahia (UFBA)	Sala01	Presencial

Fonte: Autoria própria.

2.7 Qual o formato PBL foi adotado em uma implementação específica?

O formato de implementação PBL pode ser consultado, conforme Figura 13. Portanto, correlacionando com dados anteriores, é possível saber se para um determinado conceito de problema (inteligência artificial, por exemplo) há implementações em aula, disciplina e currículo. Para pesquisadores, esta variabilidade pode ser um dado disponível a ser utilizado em investigações sobre os impactos do PBL.

Figura 13 - Resposta da consulta SPARQL da Q7

```

SELECT ?implementacaonome ?condicoesnome ?formatotipo ?formatodescricao
WHERE {
  ?condicoes d:EhUmaCondicaoDeImplementacao ?implementacao.
  ?implementacao d:ImplementacaoNome ?implementacaonome.
  ?condicoes d:CondicoesNome ?condicoesnome.
  ?formato d:EhUmFormatoPBLDaCondicao ?condicoes.
  ?formato d:FormatoDescricao ?formatodescricao.
  ?formato d:FormatoTipo ?formatotipo.
}

```

implementacaonome	condicoesnome	formatotipo	formatodescricao
1ImplementacaoENG642T2022	CondicoesENG642T2022	Formato do PBL: implementado na disciplina.	O docente iniciava a disciplina com uma entrevista sobre a formação e a trajetória dos alunos. Considerando o aspecto de multidisciplinaridade, este docente alocava as equipes. Em um momento seguinte, as equipes tinham que escolher uma área para desenvolver seus projetos. Apresentações foram realizadas pelas equipes, após cada apresentação com duração de 20 min os alunos recebiam avaliações com recomendações de ajustes nos projetos. Conforme estas avaliações, os alunos atualizavam os seus projetos.
2ImplementacaoENG642T2023	CondicoesENG642T2023	Formato do PBL: implementado na disciplina.	O docente iniciava a disciplina com uma entrevista sobre a formação e a trajetória dos alunos. Considerando o aspecto de multidisciplinaridade, este docente alocava as equipes. Em um momento seguinte, as equipes tinham que escolher uma área para desenvolver seus projetos. Apresentações foram realizadas pelas equipes, após cada apresentação com duração de 20 min os alunos recebiam avaliações com recomendações de ajustes nos projetos. Conforme estas avaliações, os alunos atualizavam os seus projetos.

Fonte: Autoria própria.

2.8 Qual o tempo de uma implementação específica do PBL?

O tempo de implementação específica por ser recuperado, conforme Figura 14. É possível avaliar se o tempo foi de horas, dias, meses ou anos.

Figura 14 - Resposta da consulta SPARQL da Q8

```

SELECT ?implementacaonome ?condicoesnome ?tempoduracao ?tempounidade ?datadeinicio ?datadefinalizacao
WHERE {
  ?condicoes d:EhUmaCondicaoDeImplementacao ?implementacao.
  ?implementacao d:ImplementacaoNome ?implementacaonome.
  ?condicoes d:CondicoesNome ?condicoesnome.
  ?tempo d:EhUmTempodeImplementacaoDaCondicao ?condicoes.
  ?tempo d:TempoDuracao ?tempoduracao.
  ?tempo d:TempoUnidade ?tempounidade.
  ?tempo d:DatadeInicio ?datadeinicio.
  ?tempo d:DatadeFinalizacao ?datadefinalizacao.
}

```

implementacaonome	condicoesnome	tempoduracao	tempounidade	datadeinicio	datadefinalizacao
1ImplementacaoENG642T2022	CondicoesENG642T2022	"3"^^<http://www.w3.org/2001/XMLSchema#...>	meses	"2022-05-23T18:30:00"^^<http://www.w3.org/2001/XMLSchema#...>	"2022-08-22T21:30:00"^^<http://www.w3.org/2001/XMLSchema#...>
2ImplementacaoENG642T2023	CondicoesENG642T2023	"3"^^<http://www.w3.org/2001/XMLSchema#...>	meses	"2023-07-03T18:30:00"^^<http://www.w3.org/2001/XMLSchema#...>	"2023-09-22T21:30:00"^^<http://www.w3.org/2001/XMLSchema#...>

Fonte: Autoria própria.

2.9 Qual o nível educacional de uma implementação específica do PBL?

O nível educacional das implementações realizadas pode ser avaliado, conforme Figura 15. Implementações realizadas no ensino superior podem ser consultadas, por exemplo.

Figura 15 - Resposta da consulta SPARQL da Q9

```
SELECT ?implementacaonome ?condicoesnome ?niveletipo ?niveldescricao
WHERE {
  ?condicoes d:EhUmaCondicaoDeImplementacao ?implementacao.
  ?implementacao d:ImplementacaoNome ?implementacaonome.
  ?condicoes d:CondicoesNome ?condicoesnome.
  ?nivel d:EhUmNivelDaCondicao ?condicoes.
  ?nivel d:NivelTipo ?niveletipo.
  ?nivel d:DescricaoNivel ?niveldescricao.
}
```

implementacaonome	condicoesnome	niveletipo	niveldescricao
1ImplementacaoENG642T2022	CondicoesENG642T2022	Ensino Superior (Mestrado e Doutorado).	Programa de Pós-graduação em Mecatrônica.
2ImplementacaoENG642T2023	CondicoesENG642T2023	Ensino Superior (Mestrado e Doutorado).	Programa de Pós-graduação em Mecatrônica.

Fonte: Autoria própria.

2.10 Qual é o estado das funções de uma implementação específica do PBL?

O estado de uma implementação específica para cada função pode ser recuperado, conforme a Figura 16 e Figura 17. Portanto, é possível observar, por exemplo, se uma implementação específica alcançou ou não as funções do PBL.

Figura 16 - Resposta da consulta SPARQL da Q11

```
SELECT ?implementacaonome ?estado ?NumeroTotaldeColaboracoesRealizadas ?NumeroTotaldeCol
WHERE {

    ?estado d:EhUmEstadoDeImplementacao ?implementacao.
    ?implementacao d:ImplementacaoNome ?implementacaonome.
    ?estado d:NumeroTotaldeColaboracoesRealizadas ?NumeroTotaldeColaboracoesRealizadas.
    ?estado d:NumeroTotaldeColaboracoesRecebidas ?NumeroTotaldeColaboracoesRecebidas.

}
```

implementacaonome	estado	NumeroTotaldeColaboracoesRealizadas	NumeroTotaldeColaboracoesRecebidas
1ImplementacaoENG642T2022	<http://www.semanticweb.org/julis/ontologies/2025/2/pbl#EstadoENG642T2022>	"250"^^<http://www.w3.org/2001/XMLSchema#int>	"250"^^<http://www.w3.org/2001/XMLSchema#int>
2ImplementacaoENG642T2023	<http://www.semanticweb.org/julis/ontologies/2025/2/pbl#EstadoENG642T2023>	"154"^^<http://www.w3.org/2001/XMLSchema#int>	"154"^^<http://www.w3.org/2001/XMLSchema#int>

```
SELECT ?implementacaonome ?RealidadeProfissionalProjetada ?SimilaridadeComARealidadeProfissionalProjetada
{
    ?estado d:EhUmEstadoDeImplementacao ?implementacao.
    ?implementacao d:ImplementacaoNome ?implementacaonome.
    ?estado d:RealidadeProfissionalProjetada ?RealidadeProfissionalProjetada.
    ?estado d:SimilaridadeComARealidadeProfissionalProjetada ?SimilaridadeComARealidadeProfissionalProjetada.

}
```

implementacaonome	RealidadeProfissionalProjetada	SimilaridadeComARealidadeProfissionalProjetada
1ImplementacaoENG642T2022	Profissionais que realizam atividades de pesquisa e desenvolvimento de sistemas ciberfísicos.	Sim, parcialmente.
2ImplementacaoENG642T2023	Profissionais que realizam atividades de pesquisa e desenvolvimento de sistemas ciberfísicos.	Sim, parcialmente.

```
SELECT ?implementacaonome ?estado ?AlunoDefineConhecimento ?AlunoDefineProblema ?AlunoDefineEstrategia ?AlunoAvaliaSolucao
WHERE {

    ?estado d:EhUmEstadoDeImplementacao ?implementacao.
    ?implementacao d:ImplementacaoNome ?implementacaonome.
    ?estado d:AlunoDefineConhecimento ?AlunoDefineConhecimento.
    ?estado d:AlunoDefineProblema ?AlunoDefineProblema.
    ?estado d:AlunoDefineEstrategia ?AlunoDefineEstrategia.
    ?estado d:AlunoAvaliaSolucao ?AlunoAvaliaSolucao.

}
```

implementacaonome	estado	AlunoDefineConhecimento	AlunoDefineProblema	AlunoDefineEstrategia	AlunoAvaliaSolucao
1ImplementacaoENG642T2022	<http://www.semanticweb.org/julis/ontologies/2025/2/pbl#EstadoENG642T2022>	Sim.	Sim.	Sim.	Sim.
2ImplementacaoENG642T2023	<http://www.semanticweb.org/julis/ontologies/2025/2/pbl#EstadoENG642T2023>	Sim.	Sim.	Sim.	Sim.

Fonte: Autoria própria.

Figura 17 - Resposta da consulta SPARQL da Q11

```
SELECT ?implementacaonome ?estado ?equipeid ?NivelCognitivoEsperado ?NivelCognitivoAlcancado
WHERE {

    ?estado d:EhUmEstadoDeImplementacao ?implementacao.
    ?implementacao d:ImplementacaoNome ?implementacaonome.
    ?carateristicas d:EhUmaCaracteristicaDeImplementacao ?implementacao.
    ?equipe d:EhUmaEquipeDasCaracteristicas ?carateristicas.
    ?equipe d:EquipeID ?equipeid.
    ?equipe d:NivelCognitivoEsperado ?NivelCognitivoEsperado.
    ?equipe d:NivelCognitivoAlcancado ?NivelCognitivoAdquirido.
}
```

implementacaonome	estado	equipeid	NivelCognitivoEsperado
1ImplementacaoENG642T2022	<http://www.semanticweb.org/julis/ontologies/2025/2/pbl#EstadoENG642T2022>	*1** <http://www.w3.org/2001/XMLSchema#int>	Criar.
2ImplementacaoENG642T2022	<http://www.semanticweb.org/julis/ontologies/2025/2/pbl#EstadoENG642T2022>	*3** <http://www.w3.org/2001/XMLSchema#int>	Criar.
3ImplementacaoENG642T2022	<http://www.semanticweb.org/julis/ontologies/2025/2/pbl#EstadoENG642T2022>	*2** <http://www.w3.org/2001/XMLSchema#int>	Criar.
4ImplementacaoENG642T2023	<http://www.semanticweb.org/julis/ontologies/2025/2/pbl#EstadoENG642T2023>	*2** <http://www.w3.org/2001/XMLSchema#int>	Criar.
5ImplementacaoENG642T2023	<http://www.semanticweb.org/julis/ontologies/2025/2/pbl#EstadoENG642T2023>	*3** <http://www.w3.org/2001/XMLSchema#int>	Criar.
6ImplementacaoENG642T2023	<http://www.semanticweb.org/julis/ontologies/2025/2/pbl#EstadoENG642T2023>	*1** <http://www.w3.org/2001/XMLSchema#int>	Criar.

```
SELECT ?implementacaonome ?estado ?equipeid ?ProblemaResolvido ?ConhecimentoPrevioConectado
WHERE {

    ?estado d:EhUmEstadoDeImplementacao ?implementacao.
    ?implementacao d:ImplementacaoNome ?implementacaonome.
    ?carateristicas d:EhUmaCaracteristicaDeImplementacao ?implementacao.
    ?equipe d:EhUmaEquipeDasCaracteristicas ?carateristicas.
    ?equipe d:EquipeID ?equipeid.
    ?equipe d:ProblemaResolvido ?ProblemaResolvido.
    ?equipe d:ConhecimentoPrevioConectado ?ConhecimentoPrevioConectado.
}
```

implementacaonome	estado	equipeid	ProblemaResolvido	ConhecimentoPrevioConectado
1ImplementacaoENG642T2022	<http://www.semanticweb.org/julis/ontologies/2025/2/pbl#EstadoENG642T2022>	*1** <http://www.w3.org/2001/XMLSchema#int>	Sim.	Sim.
2ImplementacaoENG642T2022	<http://www.semanticweb.org/julis/ontologies/2025/2/pbl#EstadoENG642T2022>	*3** <http://www.w3.org/2001/XMLSchema#int>	Sim.	Sim.
3ImplementacaoENG642T2022	<http://www.semanticweb.org/julis/ontologies/2025/2/pbl#EstadoENG642T2022>	*2** <http://www.w3.org/2001/XMLSchema#int>	Sim.	Sim.
4ImplementacaoENG642T2023	<http://www.semanticweb.org/julis/ontologies/2025/2/pbl#EstadoENG642T2023>	*2** <http://www.w3.org/2001/XMLSchema#int>	Sim.	Sim.
5ImplementacaoENG642T2023	<http://www.semanticweb.org/julis/ontologies/2025/2/pbl#EstadoENG642T2023>	*3** <http://www.w3.org/2001/XMLSchema#int>	Sim.	Sim.

Fonte: Autoria própria.

2.11 Quais as variantes evolutivas de uma implementação específica do PBL?

As implementações adaptadas podem ser recuperadas, conforme Figura 18. As sucessoras e antecessoras de uma implementação específica podem ser identificadas.

Figura 18 - Resposta da consulta SPARQL da Q10

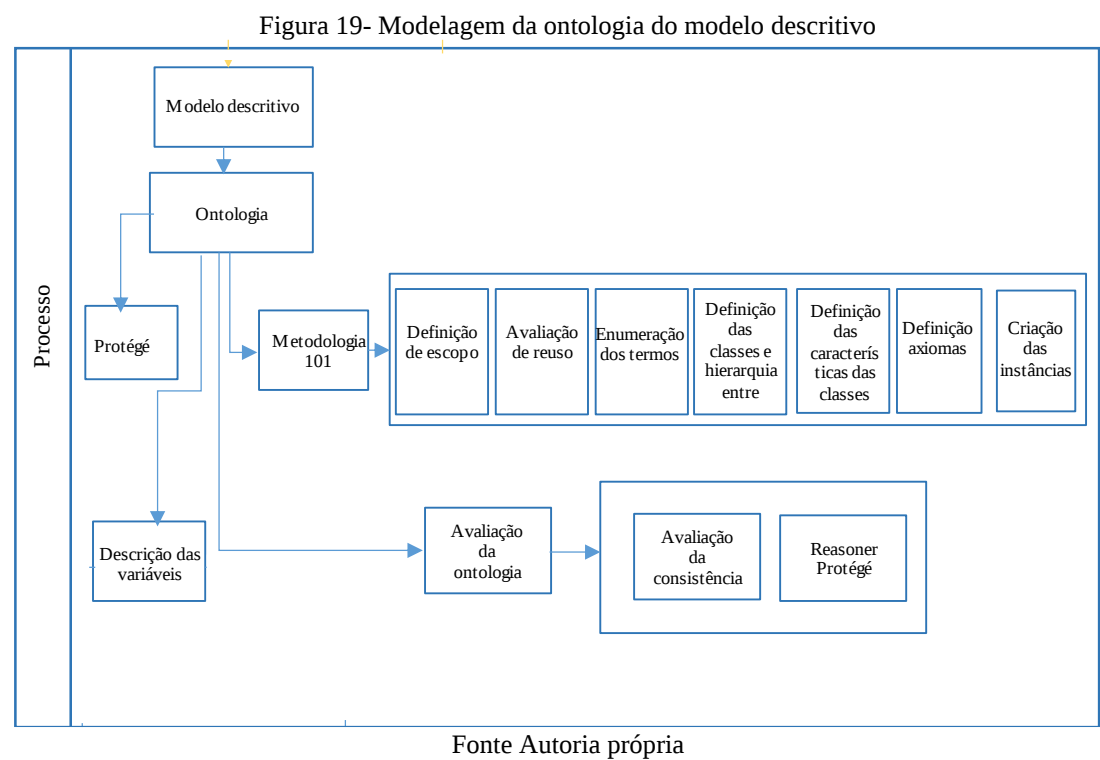
```
SELECT ?implementacaonome ?implementacaoid ?condicoesnome ?condicoesid ?caracteristicaname ?caracteristicaid ?estado
WHERE {
  ?condicoes d:EhUmaCondicaoDeImplementacao ?implementacao.
  ?caracteristicas d:EhUmaCaracteristicaDeImplementacao ?implementacao.
  ?implementacao d:ImplementacaoNome ?implementacaonome.
  ?condicoes d:CondicoesNome ?condicoesnome.
  ?implementacao d:ImplementacaoID ?implementacaoid.
  ?condicoes d:CondicoesID ?condicoesid.
  ?caracteristicas d:CaracteristicasNome ?caracteristicaname.
  ?caracteristicas d:CaracteristicasID ?caracteristicaid.
  ?estado d:EhUmEstadoDeImplementacao ?implementacao.
}
```

implementacaonome	implementacaoid	condicoesnome	condicoesid	caracteristicaname	caracteristicaid	estado
1ImplementacaoENG642T2022	*1**<http://www.w3.org/2001/XMLSchema#uri>	CondicoesENG642T2022	*1**<http://www.w3.org/2001/XMLSchema#uri>	CaracteristicaENG642T2022	*1**<http://www.w3.org/2001/XMLSchema#uri>	<http://www.semanticweb.org/julis/ontologies/2025...
2ImplementacaoENG642T2023	*1**<http://www.w3.org/2001/XMLSchema#uri>	CondicoesENG642T2023	*1**<http://www.w3.org/2001/XMLSchema#uri>	CaracteristicaENG642T2023	*1**<http://www.w3.org/2001/XMLSchema#uri>	<http://www.semanticweb.org/julis/ontologies/2025...

Fonte: Autoria própria.

3 Extensão e manutenção do modelo

A extensão e manutenção do modelo pode ser realizada pela metodologia descrita no Quadro 3 e ilustrada na Figura 19. Esta metodologia está fundamentada na metodologia 101 e foi também usada para construir o modelo. O arquivo da ontologia é anexado para uso e futuras extensões.



Quadro 3 - Procedimentos para desenvolvimento do modelo descritivo baseado na metodologia 101

Etapa	Descrição da etapa da metodologia 101 ¹²	Procedimento adotado

¹ NOY, N. F.; McGUINNESS, D. L. Ontology Development 101: A Guide to Creating your First Ontology. Stanford Knowledge Systems Laboratory Technical Report KSL-01-05 and Stanford Medical Informatics Technical Report SMI-2001-0880, March 2001.

² Metodologia 101 é uma metodologia para desenvolvimento de ontologias que foi adaptada para desenvolvimento do modelo.

1	Definição de escopo	Esta etapa envolve definir a abrangência da ontologia respondendo às perguntas abaixo. Por se tratar de abordagem interativa, estas questões são inicialmente respondidas e refinadas ao longo das etapas de construção da ontologia.	O escopo da ontologia está centrado no PBL.
		Qual o domínio a ontologia irá abranger?	Variáveis relacionadas às características, condições, estado de alcance das funções do PBL.
		Para que a ontologia será usada?	Para identificar as características e condições que houve o alcance das funções do PBL.
		Para quais tipos de perguntas a informação na ontologia dever fornecer resposta?	Quais as características e condições relacionadas às implementações específicas apresentaram o alcance das funções do PBL?
		Quem usará e manterá a ontologia?	Pesquisadores no campo PBL, docentes e instituições de ensino.
2	Avaliação de reuso	Baseada nas respostas da etapa 1, busca-se ontologias existentes que possam ser estendidas para os objetivos pretendidos. A criação de ontologias conectadas a outras existentes estende as funcionalidades e informações possíveis de serem geradas.	O estudo de revisão descritos no Quadro 2 identificou algumas ontologias. No entanto, o reuso não foi possível porque algumas estavam fundamentadas em outras referências ou representavam outros aspectos distintos do proposto.
3	Enumeração dos termos	Nesta etapa todas as informações referentes ao objeto e/ou fenômeno são listadas. Estes termos auxiliarão na definição das classes.	Os termos foram enumerados.
4	Definição das classes e hierarquia entre classes:	As classes são definidas e hierarquizadas para domínio especificado no escopo da ontologia.	As classes foram definidas e hierarquizadas para as características, condições e estados de alcance das funções do PBL.
5	Definição das características das classes	As características das classes foram avaliadas.	As características das classes foram especificadas.

6	Definição axiomas	As relações entre as classes e instância são avaliadas e axiomas são definidos.	Os axiomas foram avaliados.
7	Criação das instâncias	Os dados representativos das classes foram representados.	As instâncias foram criadas conforme o estudo qualitativo conduzido nas disciplinas Sistemas Integrados da Manufatura da Universidade Federal da Bahia.
8	Validação	A validação da ontologia foi realizada utilizando o <i>Reasoner</i> do Protégé e SPARQL.	Os dados da validação foram coletados no estudo qualitativo.

Fonte: Autoria própria.

4 Considerações finais

O modelo apresentado neste material didático consiste em um repositório de dados que possibilita os praticantes do PBL realizarem o reuso de problemas e soluções desenvolvidas. Este reuso viabiliza a redução do tempo do docente com implementação do PBL. Para os pesquisadores, este repositório pode constituir uma base de dados para condução de investigações, validação e treinamento de algoritmos de inteligência artificial e desenvolvimento de ferramentas para o PBL.

Além de apresentar o modelo descritivo e suas formas de uso, este material indicou a metodologia existente para extensão e manutenção do modelo. Por meio desta metodologia, um grupo pode acrescentar novas classes, propriedades e instâncias. Este grupo pode ser formado por professores e pesquisadores.
