

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DIRETORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM INFORMÁTICA

NARCI NOGUEIRA DA SILVA

**DESENVOLVIMENTO DE OBJETOS DE
APRENDIZAGEM PARA A APRENDIZAGEM
BASEADA EM PROBLEMAS NO ENSINO DE
COMPUTAÇÃO PARA ENGENHARIAS**

DISSERTAÇÃO

CORNÉLIO PROCÓPIO

2017

NARCI NOGUEIRA DA SILVA

**DESENVOLVIMENTO DE OBJETOS DE
APRENDIZAGEM PARA A APRENDIZAGEM
BASEADA EM PROBLEMAS NO ENSINO DE
COMPUTAÇÃO PARA ENGENHARIAS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Informática da Universidade Tecnológica Federal do Paraná como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Informática.

Área de concentração: Computação Aplicada.

Orientador: Dr. Marco Aurélio Graciotto Silva

CORNÉLIO PROCÓPIO

2017

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação

S586 Silva, Narcí Nogueira da

Desenvolvimento de objetos de aprendizagem para a aprendizagem baseada em problemas no ensino de computação para engenharias / Narcí Nogueira da Silva. – 2017.

83 f. : il. color. ; 31 cm.

Orientador: Marco Aurélio Graciotto Silva.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Programa de Pós-Graduação em Informática. Cornélio Procópio, 2017.

Bibliografia: p. 65-68.

1. Aprendizagem baseada em problemas. 2. Ensino - metodologia. 3. Engenharia de computador – estudo e ensino. 4. Informática – Dissertações. I. Silva, Marco Aurélio Graciotto, orient. II. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Programa de Pós-Graduação em Informática. III. Título.

CDD (22. ed.) 004

Biblioteca da UTFPR - Câmpus Cornélio Procópio

Bibliotecários/Documentalistas responsáveis:
Simone Fidêncio de Oliveira Guerra – CRB-9/1276
Romeu Righetti de Araujo – CRB-9/1676



Título da Dissertação Nº 39:

“DESENVOLVIMENTO DE OBJETOS DE APRENDIZAGEM PARA A APRENDIZAGEM BASEADA EM PROBLEMAS NO ENSINO DE COMPUTAÇÃO PARA ENGENHARIAS”.

por

Narci Nogueira da Silva

Orientador: Prof. Dr. Marco Aurélio Graciotto Silva

Esta dissertação foi apresentada como requisito parcial à obtenção do grau de MESTRE EM INFORMÁTICA – Área de Concentração: Computação Aplicada, pelo Programa de Pós-Graduação em Informática – PPGI – da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR – Câmpus Cornélio Procópio, às 14h do dia 03 de outubro de 2017. O trabalho foi _____ pela Banca Examinadora, composta pelos professores:

Prof. Dr. Marco Aurélio Graciotto Silva
(Presidente – UTFPR-CM)

Prof. Dr. José Augusto Fabri
(UTFPR-CP)

Prof. Dr. Itana Maria de Souza Gimenes
(DIN-UEM)

Visto da coordenação:

André Takeshi Endo
Coordenador do Programa de Pós-Graduação em Informática
UTFPR Câmpus Cornélio Procópio

A Folha de Aprovação assinada encontra-se na Coordenação do Programa.

Agradecimentos

Inicialmente agradeço a DEUS, que nos momentos de dúvida me deu inteligência e sabedoria na condução desta jornada.

Agradeço minha maravilhosa família (Franciele, Gabriela, Júlia Maria, João Victor e Gabriel), pela paciência nos momentos de dificuldade e ausência, e principalmente me dando força e me encorajando a continuar e lutar. Não poderia esquecer da minha mãe, Dona Alzira, que na sabedoria dos seus 79 anos sempre aconselhando e me abraçando como um anjo. E ainda aos meus irmãos e irmãs, os do Paraná e os do Mato Grosso do Sul, que sempre juntos formamos a verdadeira irmandade, colaborando e ajudando nos momentos de dificuldades sem nada perguntar ou criticar, simplesmente JUNTOS.

A todos os colegas de turma, sem vocês teria sido muito mais difícil. Obrigado principalmente ao Wagner Monteverde pelo companheirismo, apoio, conversas nas viagens por ocasião das disciplinas e também pela amizade sincera que surgiu.

Aos professores do PPGI, pelo profissionalismo na condução deste programa de mestrado.

À UTFPR-CM, local no qual tenho orgulho de estudar e trabalhar a 21 anos. Tenho hoje a mesma empolgação e vontade de acordar cedo e ir até a minha sala trabalhar. Local de trabalho que me proporcionou crescimento profissional e aprendizado em todas as funções que exerci desde 1996.

Agradeço ao Professor Dr. Ronaldo Rigobello pela atenção e colaboração no momento da análise dos temas para a definição dos problemas. Todas as reuniões foram diretas e primordiais para a elaboração dos modelos conceituais.

Agradeço imensamente ao meu orientador Prof. Dr. Marco Aurélio Graciotto Silva, pela valiosa orientação, sabedoria, paciência, compreensão durante esta trajetória. Posso dizer com certeza que sem este apoio, não realizaria este sonho.

Resumo

Silva, Narci Nogueira. Desenvolvimento de objetos de aprendizagem para a aprendizagem baseada em problemas no ensino de computação para Engenharias. 2017. 84. f. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Informática), Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Cornélio Procópio, 2017.

Contexto: Considerando o ensino de computação para engenharia, a aprendizagem baseada em problemas (PBL) é uma abordagem bem sucedida. Entretanto, não é trivial criar e disseminar recursos educacionais que apoiem atividades de PBL. Objetos de Aprendizagem (OAs) podem abordar esses problemas.

Objetivo: Este trabalho tem objetivo de adicionar ao LODM, um método de desenvolvimento de OA baseado em modelos conceitual, instrucional e de interação, um novo perfil com elementos característicos de PBL. Utilizando o mecanismo que permite a extensão de novos perfis ao LODM, criamos o LODM+PBL. A luz desse novo método, criamos OAs e executamos dois estudos em turmas iniciais de cursos de Engenharia, focando programação de computadores.

Método: O novo método consistiu na análise das atividades de PBL; definição de elementos de modelagem para PBL e respectiva estrutura UML; desenvolvimento e avaliação de OA. O processo de criação foi baseado no modelo *Analysis, Design, Development, Implementation e Evaluation* (ADDIE).

Resultados: Analisando os relatórios, produtos finais e artefatos gerados e ainda um questionário aplicado ao final das atividades PBL, avaliamos a qualidade do OA considerando duas perspectivas: percepção e motivação por parte dos alunos; e o alcance dos objetivos de aprendizagem. Os resultados sugerem que o LODM+PBL pode ser aplicado com sucesso para a criação de OAs com elementos de PBL para os conceitos de Computação para Engenharia.

Conclusões: Analisando-se o desenvolvimento dos OAs, observou-se que o método auxiliou satisfatoriamente no entendimento das características e requisitos de PBL para criação e aplicação de OAs. Ainda os dois estudos realizados produziram artefatos que provêm indícios de que o modelo aperfeiçoado ao LODM e a metodologia PBL colaboram para o estímulo e melhora no entendimento dos objetivos educacionais propostos.

Palavras-chaves: PBL. Educação em Computação. Objeto de aprendizagem. Metodologias de ensino e aprendizagem.

Abstract

Silva, Narci Nogueira. Development of learning objects for problem-based learning in Computing education for Engineering. 2017. 84. f. Dissertation (Graduation Program in Informatics), Federal University of Technology – Paraná. Cornélio Procópio, PR, Brazil, 2017.

Context: Considering the teaching computation to engineering, problem-based learning (PBL) is a successful approach. However, it is not trivial to create and disseminate educational resources that support PBL activities. Learning Objects (LOs) can address these issues.

Objective: This work aims to add to the LODM, a method of developing LO based on conceptual, instructional and interaction models, a new profile with elements characteristic of PBL. Using the mechanism that allows the extension of new profiles to the LODM, we have created the LODM+PBL. Considering this new method, we still create LOs and execute two studies in initial classes of Engineering courses, focusing on computer programming.

Method: The new method consisted of the analysis of PBL activities; definition of modeling elements for PBL and its UML structure; development and evaluation of LO. The creation process was based on the Analysis, Design, Development, Implementation and Evaluation – ADDIE.

Results: Analyzing the reports, final products and artifacts generated and a questionnaire applied at the end of the PBL activities, we evaluated the quality of LO considering two perspectives: students perception and motivation; and the achievement of learning objectives. The results suggest that the LODM+PBL can be applied successfully to the creation of LOs with PBL elements for the concepts of Engineering for Computing.

Conclusions: Analyzing the development of OAs, it was observed that the method satisfactorily assisted in the understanding of the characteristics and requirements of PBL for creating and application of LOs. Still, the two studies have produced artifacts that evidence that the improved LODM model and the PBL methodology to stimulate and improve the understanding of the proposed educational objectives

Keywords: PBL. Computing Education. Learning object. Teaching and learning methodologies.

Lista de figuras

2.1	Diagrama de classe – Elementos PBL	18
2.2	Mapa Conceitual - PBL (Características)	19
2.3	Elementos educacionais associados a um Objeto de Aprendizagem (OA)	23
2.4	Elementos educacionais associados a um OA + PBL	24
2.5	Ciclo PDCA de <i>Deming</i>	26
2.6	Processo Aprendizagem Baseada em Problemas (PBL)	26
2.7	Fluxo de desenvolvimento AM-OER	28
2.8	Visão geral dos modelos empregados no <i>Learning Object Development Method</i> (LODM)	29
2.9	Exemplo de Modelo Conceitual – LODM	30
2.10	Exemplo de Modelo Conceitual – Computação para Engenharia	31
2.11	Diagrama de classe – LODM original	32
2.12	Exemplo de Modelo Instrucional	33
2.13	Exemplo de Modelo de interação	34
2.14	Exemplo de Modelo de interação – primeira interação – Unidade Instrucional (UI)1	34
2.15	Exemplo de Modelo de interação – segunda interação – UI2	35
3.1	Elementos de PBL adicionados ao LODM.	37
3.2	Modelo conceitual interligando conceitos de Programação e de viga engastada.	38
3.3	Modelo instrucional – LODM+PBL.	39
3.4	Mapa conceitual – Treliça Isostática Simples.	40
3.5	Pacote alunos - OA.	42
3.6	Pacote Professores/Tutores - OA - página 1.	44
3.7	Pacote Professores/Tutores - OA - página 2.	44
4.1	Modelo conceitual com conceitos de Programação e de viga engastada.	47
4.2	Modelo conceitual com conceitos de Programação e de viga bi apoiada.	48
4.3	Diagrama de Corpo Livre representado viga engastada.	48
4.4	Diagrama de Corpo Livre representado viga bi apoiada.	49
4.5	Modelo Instrucional - Viga engastada simples e Programação.	49

4.6	Modelo de interação - Viga engastada simples e Programação.	51
4.7	Pacote alunos - OA.	52
4.8	Pacote Professores/Tutores - OA - página 1.	53
4.9	Pacote Professores/Tutores - OA - página 2.	54
5.1	Elementos de PBL adicionados ao LODM.	64

Lista de tabelas

2.1	Relação dos 13 artigos em ordem alfabética	20
2.2	Métodos utilizados na Intervenção	21
3.1	Pacote alunos - Modelo Relatório.	43
3.2	Exemplo de Segmento da Aula 1.	45
4.1	Pacote alunos - Modelo Relatório.	53
4.2	Segmento da Aula 1.	54
4.3	Participação nos Estudos.	55
4.4	Objeto de aprendizagem sobre viga engastada simples.	57
4.5	Objeto de aprendizagem sobre viga bi apoiada.	58
4.6	Análise Questionário – Perguntas 1, 2 e 4.	61
4.7	Análise Questionário – Pergunta 3.	61
4.8	Análise Questionário – Perguntas 7 e 8.	62
4.9	Análise Questionário – Perguntas 5, 6, 9 e 10.	63

Lista de acrônimos

ADDIE	<i>Analysis, Design, Development, Implementation, and Evaluation</i> ..	16
ADL	<i>Advanced Distributed Learning</i>	25
AICC	<i>Aviation Industry CBT Committee</i>	25
AM-OER	<i>Agile Method for the Development of Open Educational Resources</i> .	27
AP-CSP	<i>Advanced Placement Computer Science Principles</i>	31
CDT	<i>Component Display Theory</i>	31
DD	<i>Dynamically Defined</i>	33
DCL	Diagrama de Corpo Livre	48
DEPEX	Departamento de Extensão.....	55
FSM	<i>Finite State Machine</i>	32
IMA-CID	<i>Integrated Modelling Approach – Conceptual, Instructional and Didactic</i>	29
LP	Lógica de Programação	22
LOD	<i>Learning Object Development</i>	29
LODE	<i>Learning Object Development Environment</i>	29
LODM	<i>Learning Object Development Method</i>	16
LODP	<i>Learning Object Development Process</i>	29
OA	Objeto de Aprendizagem	15
PBL	Aprendizagem Baseada em Problemas	14
PDCA	<i>Plan, Do, Check, Action</i>	22
PPC	Projeto Pedagógico do Curso	40
REA	Recurso Educacional Aberto	15
SPLOD	<i>Standard Process for Learning Objects Development</i>	29
UI	Unidade Instrucional	33
UTFPR	Universidade Tecnológica Federal do Paraná	14

Sumário

1	Introdução	14
2	Aprendizagem baseada em problemas	17
2.1	Aprendizagem baseada em problemas	17
2.2	Aprendizagem Baseada em Problemas (PBL) no ensino introdutório de Computação	19
2.3	Requisitos para objetos de aprendizagem com PBL	23
2.4	Métodos para desenvolvimento de objetos de aprendizagem	25
2.4.1	xPBL	26
2.4.2	AM-OER: <i>Agile Method for the Development of Open Educational Resources</i>	27
2.4.3	LODM: <i>Learning Object Development Method</i>	29
2.5	Considerações finais	35
3	LODM+PBL: método para desenvolvimento de objetos de aprendizagem baseado em problemas	36
3.1	LODM+PBL	36
3.1.1	Modelo Conceitual	37
3.1.2	Modelo Instrucional	38
3.1.3	Modelo de Interação	39
3.2	Desenvolvimento de Objeto de Aprendizagem (OA) com LODM+PBL	39
3.2.1	Análise	40
3.2.2	Design	41
3.2.3	Desenvolvimento	41
3.2.4	Implementação	45
3.2.5	Avaliação	45
3.3	Considerações finais	45
4	Estudos sobre o desenvolvimento e uso de objetos de aprendizagem com LODM+PBL	46
4.1	Método geral para os estudos	46
4.2	Análise	47

4.3	<i>Design</i>	48
4.4	Desenvolvimento	51
4.5	Implementação	55
4.5.1	Objeto de aprendizagem sobre viga engastada simples	56
4.5.2	Objeto de aprendizagem sobre viga bi apoiada	58
4.6	Avaliação dos resultados	59
4.7	Considerações finais	63
5	Conclusões	64
	Referências	66
	Apêndices	70
A	Questionários	71
A.1	Questionário dos alunos	72
A.2	Respostas do questionário dos alunos	75
B	Pacotes	78
B.1	Pacote para o aluno - OA	79
B.2	Pacote para o professor - OA	81

Introdução

Estudantes normalmente têm dificuldades no entendimento dos conceitos básicos em disciplinas introdutórias à computação. Isso não acontece somente nos cursos da área de Informática, mas também de outras áreas, como Engenharias (BOSSE; GEROSA, 2015).

A utilização de métodos ativos de aprendizagem possui um papel importante na resolução deste cenário. Encontra-se na literatura diversas propostas na esfera educacional, com o devido apoio da computação, para tratar desta questão (SILVA, 2016; MAHADEVAN-JANSEN et al., 2003; SUN et al., 2012; ZACHARY, 1996).

Complementar a essas propostas e considerando o nosso contexto, realizamos um *Survey* para caracterizar preliminarmente as disciplinas introdutórias à Computação, nos semestres iniciais, nos cursos de Engenharia Ambiental, Engenharia de Alimentos e Engenharia Civil do campus Campo Mourão da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), observando a necessidade da disciplina, sua relevância nas atividades de ensino, pesquisa e extensão, e, finalmente, os fatores que afetam, positiva ou negativamente, o ensino de Computação na visão de Alunos, Coordenadores e Professores. Neste levantamento foram disponibilizados, via Web, quatro questionários para alunos, coordenadores, professores do departamento de computação e professores de outros departamentos (SILVA, 2016).

O resultado do levantamento apontou o entendimento da importância das disciplinas de Computação e ainda ressaltou que seriam necessárias novas abordagens e formas de ensino no contexto da UTFPR Campo Mourão. Dentre essas, destacamos a Aprendizagem Baseada em Problemas (PBL), considerando o que foi destacado por Silva (2016) no mapeamento de artigos relacionados ao ensino de Computação para Engenharias. Nesta, as atividades são centradas na resolução de problemas por parte dos alunos, os quais deixam de ser receptores do conhecimento, tradicionalmente passado pelo professor, e se tornam os condutores principais do próprio aprendizado. O professor firma-se como facilitador para que seus alunos cumpram as etapas de resolução do problema apresentado e construam o conhecimento baseado em

sua experiência e em novos conhecimentos pesquisados ou compartilhados pelos alunos (GIL, 2015).

A aplicabilidade da PBL como método de ensino em disciplinas de computação para cursos de Engenharia é feita através da implementação de estudos relacionados a problemas específicos de cada área da engenharia (AHERN, 2010). Uma maneira de sistematizar a PBL é seguir as sete etapas propostas por pesquisadores da Universidade de Maastricht (DEELMAN; HOEBERIGS, 2009). O “Referencial de Maastricht” propõe que, ao receber a situação problema, o grupo busque solucioná-la seguindo sete etapas:

1. Leitura da situação problema e esclarecimento de termos desconhecidos;
2. Identificação do problema proposto pelo enunciado;
3. Discussão do problema e formulação de hipóteses para resolvê-lo;
4. Resumo das hipóteses;
5. Formulação dos objetivos de aprendizagem, ou seja, os assuntos que devem ser estudados para a resolução do problema com base nos conhecimentos prévios;
6. Estudo autônomo dos assuntos levantados na etapa anterior; e
7. Retorno ao grupo tutorial para discutir novamente o problema à luz dos novos conhecimentos adquiridos na etapa de estudo autônomo.

Não obstante a relevância de PBL, depara-se com a questão de transferir e aplicar tais atividades em diferentes contextos. Recursos Educacionais Abertos (REAs) e Objeto de Aprendizagem (OA) são facilitadores para o processo de transferência de atividades e experiências de aprendizagem, fomentando o reuso dos recursos para suporte às atividades de ensino (WILEY, 2000), preferencialmente de forma aberta (ALBRIGHT, 2005).

Para Wiley (2000), OA é “qualquer recurso digital que possa ser reutilizado para o suporte ao ensino”. OAs podem ser criados em qualquer mídia ou formato, podendo ser simples como uma animação ou uma apresentação de slides ou complexos como uma simulação, utilizando imagens, animações, arquivos de texto ou hipertexto, dentre outros. Assim, o princípio de um OA é permitir que seja fracionado e suas partes combinadas e reutilizadas em diferentes contextos e cenários de acordo com um projeto instrucional (WILEY, 2001a). Além disso, deve ter um propósito educacional definido e poder ser aplicado em diversos contextos. Ainda tem a característica de ser reutilizado em diferentes contextos ou disciplinas, na forma presencial ou à distância, sempre apoiado pela utilização de tecnologias atuais como: computadores, *tablets*, celulares, plataformas de ensino a distância, dentre outros (WILEY, 2000).

O desenvolvimento de um OA é bastante complexo e envolve a participação de uma equipe multidisciplinar composta por pedagogos, desenvolvedores, *designers* gráficos e especialistas de área. Estes profissionais envolvidos devem interagir de modo a atingir os objetivos tanto tecnológicos quanto pedagógicos (BOND et al., 2008). Portanto, é necessário o

uso de métodos para organizar o processo de desenvolvimento, a padronização e a comunicação entre os envolvidos. A aplicação de práticas sistemáticas é fundamental para a garantia da produtividade do processo de desenvolvimento e principalmente da qualidade dos objetos gerados (BARBOSA, 2004).

Considerando iniciativas para o desenvolvimento sistemático de tais artefatos, tornou-se necessária a representação de aspectos e elementos de métodos ativos de aprendizagem. Neste âmbito, nosso objetivo nesta dissertação foi o estabelecimento de um método de desenvolvimento de objetos de aprendizagem utilizando PBL no contexto de ensino de computação para Engenharias. Nossas metas foram:

- Estudar um método existente, o *Learning Object Development Method* (LODM) (SILVA et al., 2011), definindo requisitos para a modelagem em relação a PBL;
- Criar o método LODM+PBL que evoluiu do LODM, utilizando os requisitos de PBL; e
- Relatar a experiência da utilização do LODM+PBL para o desenvolvimento de OAs e o uso destes OAs.

O processo de desenvolvimento que utilizamos foi organizado em cinco fases: *Analysis, Design, Development, Implementation, and Evaluation* (ADDIE) (BRANSON et al., 1975) e os objetos de aprendizagem foram criados para turmas iniciais de cursos de Engenharia e tratam de conceitos básicos de programação de computadores.

Após o desenvolvimento, os objetos foram utilizados em duas aulas (com intervalo de sete dias entre elas), permitindo-nos avaliar sua qualidade e realizar considerações sobre os objetos e o novo método. Ao avaliar os relatórios, verificamos que os alunos cumpriram os objetivos educacionais estabelecidos para as atividades. Assim, os resultados forneceram subsídios não só para medir o ganho no conhecimento dos alunos, mas também para melhorar a atividade e os Objetos de Aprendizagem.

O restante da presente dissertação está organizado da seguinte maneira. No Capítulo 2 são apresentados a abordagem PBL, sua utilização por alguns autores da PBL no ensino introdutório de Computação e os requisitos para objetos de aprendizagem com PBL. Apresentamos o método LODM+PBL no Capítulo 3, definindo os modelos conceitual, instrucional e de interação para criar objetos de aprendizagem com elementos específicos de PBL. No Capítulo 4, apresentamos o desenvolvimento de dois objetos de aprendizagem (Viga Engastada Simples e Viga Bi Apoiada) utilizando o LODM+PBL. A conclusão está no Capítulo 5, evidenciando os objetivos atendidos, identificando ameaças e limitações e, por fim, consideramos trabalhos futuros.

Aprendizagem baseada em problemas

Este capítulo apresenta a abordagem Aprendizagem Baseada em Problemas (PBL) e algumas experiências relacionadas à aplicabilidade da PBL no ensino introdutório em disciplinas de Computação. Também elencamos elementos característicos da atividade de PBL e requisitos que necessitam estar presentes em OAs para atender as etapas dessa abordagem de ensino.

2.1. Aprendizagem baseada em problemas

A Aprendizagem Baseada em Problemas (PBL) é uma abordagem de ensino em que os alunos, em seus grupos, têm o objetivo de resolver um determinado problema proposto, deixando de ser receptores do conhecimento passado pelo professor e tornando-se condutores principais de seu próprio aprendizado (HOGERZEIL et al., 2001). A ideia principal da PBL é buscar que o próprio aluno construa seu conhecimento e que ele tenha interesse em resolver o problema antes de receber os conteúdos, mudando sua postura no aprender. Assim, o aluno adquire autonomia e mostra que pode compreender determinados assuntos ou conhecimentos com sua própria visão. O professor tem um papel diferenciado do modo tradicional de ensinar e se torna um facilitador para que seus alunos cumpram as etapas de resolução do problema apresentado (GIL, 2015).

Considerando a literatura sobre o tema, na Figura 2.1, foi criado o diagrama de classe que apresenta elementos de PBL, mostrando problemas associados a contextos, onde os alunos ou grupos buscam possíveis soluções considerando o material disponibilizado, novos conhecimentos pesquisados e nas suas experiências de vida. As pessoas envolvidas (alunos e

professor/tutor) têm seus papéis definidos e delimitados obedecendo as etapas da atividade PBL (DEELMAN; HOEBERIGS, 2009).

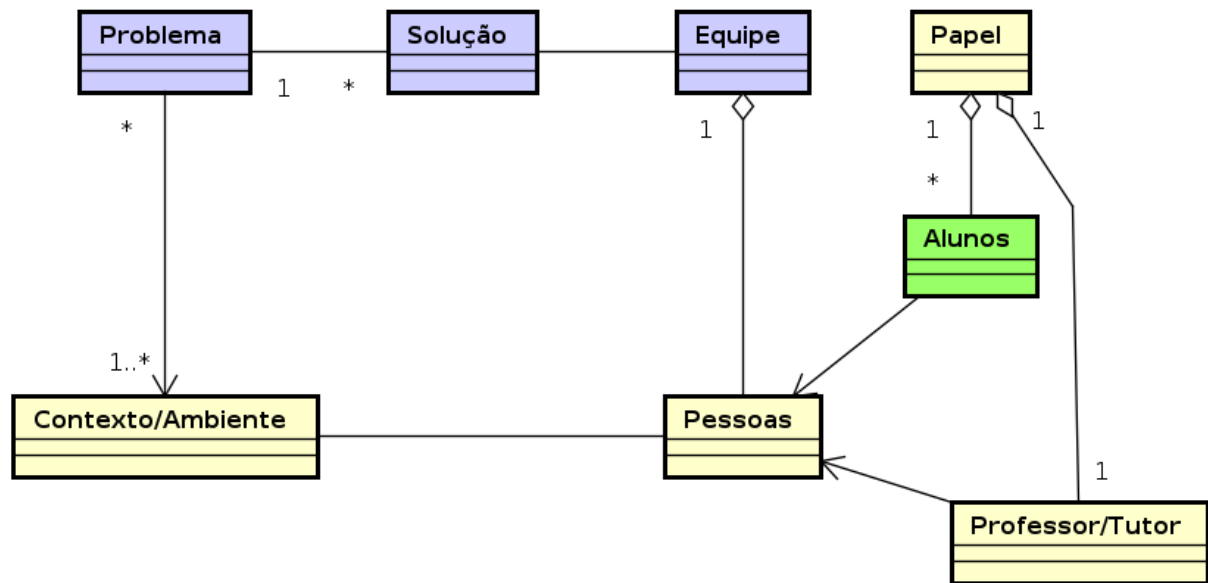


Figura 2.1. Diagrama de classe – Elementos PBL (Autoria própria).

Uma maneira de sistematizar a PBL é seguir as sete etapas propostas por pesquisadores da Universidade de Maastricht (DEELMAN; HOEBERIGS, 2009). O “Referencial de Maastricht” propõe que, ao receber a situação problema, o grupo busque solucioná-la seguindo sete etapas:

1. Leitura da situação problema e esclarecimento de termos desconhecidos;
2. Identificação do problema proposto pelo enunciado;
3. Discussão do problema e formulação de hipóteses para resolvê-lo;
4. Resumo das hipóteses;
5. Formulação dos objetivos de aprendizagem, ou seja, os assuntos que devem ser estudados para a resolução do problema com base nos conhecimentos prévios;
6. Estudo autônomo dos assuntos levantados na etapa anterior; e
7. Retorno ao grupo tutorial para discutir novamente o problema à luz dos novos conhecimentos adquiridos na etapa de estudo autônomo.

Considerando estas etapas de PBL, apresentamos no mapa conceitual da Figura 2.2, que a abordagem PBL, tipicamente, tem início com a apresentação de um problema aos alunos, sem nenhuma informação ou instrução sobre as possíveis soluções do problema, (**etapas 1 e 2**). O problema em si tem a finalidade de fazer o aluno, individualmente ou em grupo, estudar os assuntos relacionados, analisando o problema e possíveis soluções, (**etapa 3**). Quando os alunos identificam as questões importantes, (**etapa 4**), eles formulam os objetivos de aprendizagem, ou seja, os assuntos que devem ser estudados para solucionar o problema (**etapa 5**) e realizam o estudo autônomo (**etapa 6**) antes de se reunir com o grupo

para que todos os membros troquem informações e conhecimentos pesquisados (**etapa 7**) e ainda os da sua experiência e vivência, para tentar resolver o problema (MAMEDE, 2001). Na etapa final da abordagem, os alunos fazem a atividade de reflexão para avaliação do seu próprio progresso de aprendizado e também dos outros membros do grupo (RIBEIRO, 2008).

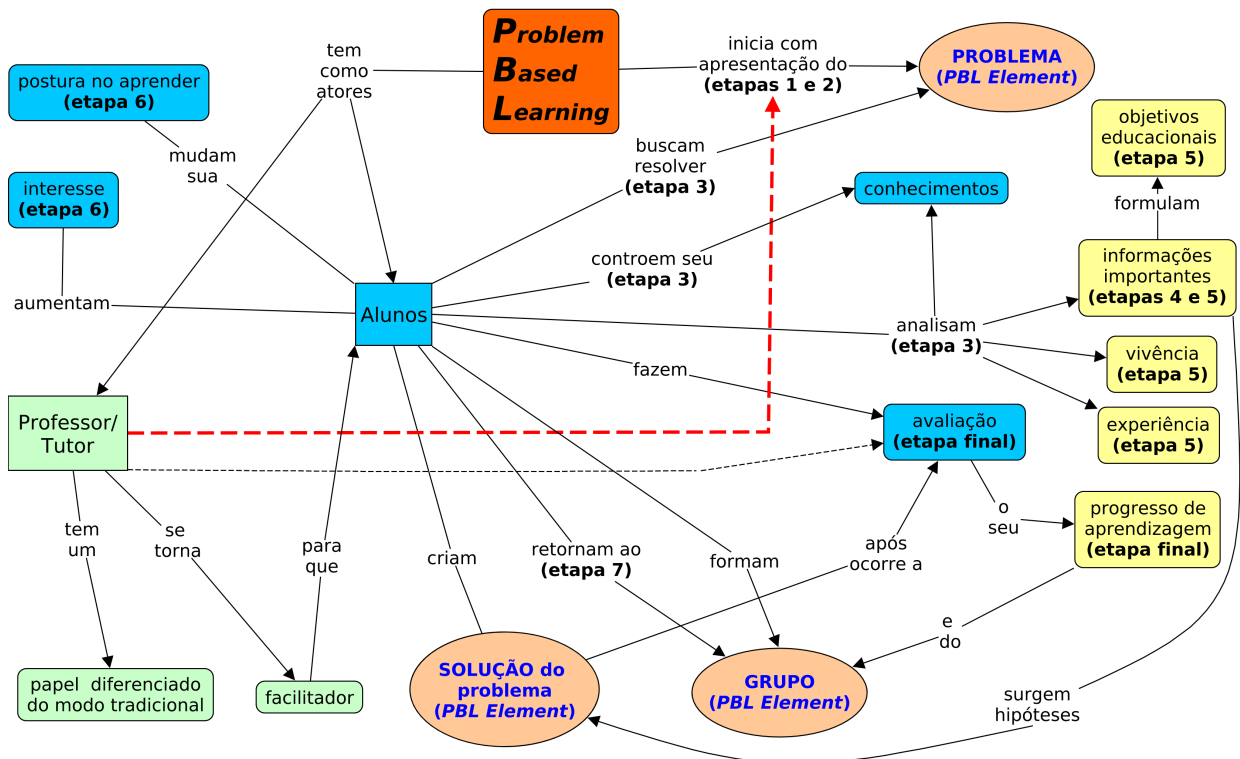


Figura 2.2. Mapa Conceitual - PBL (Características) – (Autoria própria).

2.2. PBL no ensino introdutório de Computação

A aplicabilidade da PBL como método de ensino em disciplinas de computação para cursos de Engenharia é feita através da implementação de estudos relacionados a problemas específicos de cada área da engenharia (AHERN, 2010). Silva (2016) realizou uma revisão da literatura em que o principal objetivo foi fornecer uma visão geral de trabalhos publicados sobre o ensino de programação para alunos iniciantes em cursos de Engenharia, apresentando cenários, métodos, modelos, ferramentas de ensino para melhoria no ensino aprendizagem. Para isso um mapeamento foi realizado com o retorno de 97 artigos, onde todos foram analisados e ao final 13 artigos, que atenderam os critérios de Intervenção e População, foram selecionados, conforme apresentado na Tabela 2.1 .

Tabela 2.1. Relação dos 13 artigos em ordem alfabética (SILVA, 2016).

Id	Título	Autores
01	A first introduction to programming for first-year students at a Chinese university using LEGO MindStorms	Liang et al. (2013)
02	A paradigm shift in the approach to freshman engineering education	Mahadevan-Jansen et al. (2003)
03	An interactive programming course model for mechanical engineering students	Reckinger e Reckinger (2014)
04	Application of the Pedagogical and Andragogical Model in Web-Based Learning Instruction Among Non-major Computer Science Students' Learning Programming	Noor et al. (2014)
05	Effectiveness of a Computational Thinking (CS0) Course on Student Analytical Skills	Dyne e Braun (2014)
06	Effectiveness of online textbooks vs. Interactive web-native content	Edgcomb e Vahid (2014)
07	First programming course in engineering: Balancing tradition and application	Fan e Schwartz (2003)
08	Hybrid course design: Leading a new direction in learning programming languages	Sun et al. (2012)
09	Introduction to Computing for Engineers: New Approaches to Content and Pedagogy	Zachary (1996)
10	Introduction to programming for engineers following the parachute paradigm	Sarria e Geraldo (2009)
11	MATLAB meets LEGO Mindstorms – A freshman introduction course into practical engineering	Behrens et al. (2010)
12	Reinventing CS50	Malan (2010)
13	Teaching introduction to computing through a project-based collaborative learning approach	Avouris et al. (2010)

O mapeamento levou em consideração, além da intervenção e população, os resultados, ou seja, se foi aplicado algum experimento ou técnica e se resultados foram apresentados. Considerando Tabela 2.1, a Tabela 2.2 apresenta os métodos utilizados pelos autores. Notem o método mais usado foi PBL, com os artigos 02, 08 e 09 utilizando a abordagem. Isso nos motivou no momento da proposta de dissertação do mestrado, a utilizar PBL como abordagem para a dissertação que ora concluímos.

Tabela 2.2. Métodos utilizados na Intervenção (SILVA, 2016).

#	ano	Web	PBL	Aprendizagem Colaborativa	Aprendizagem Autodirigida-Andragogia
01	2013				
02	2003		X		
03	2014				
04	2014	X			X
05	2014				
06	2014	X			
07	2004				
08	2012		X		
09	1996		X		
10	2009				
11	2010				
12	2010				
13	2010			X	

Os estudos apontam para alternativas de novos processos de ensino aprendizagem que buscam deixar a disciplina mais interessante e estimulante, fazendo com que os alunos não se desanimem e se engajem cada vez mais em seu curso de graduação (MAHADEVAN-JANSEN et al., 2003; SUN et al., 2012; ZACHARY, 1996). Daqueles trabalhos, destacamos os seguintes que tratam de PBL.

Mahadevan-Jansen et al. (2003) relatam a experiência de um curso introdutório que foca a aprendizagem em desafios e abordagem de resolução de problemas de engenharia com e sem o auxílio de ferramentas computacionais. Os alunos são apresentados a diferentes tipos de problemas de engenharia, específicos de cada disciplina, em cada um dos módulos. Várias atividades em grupo foram desenvolvidas principalmente para reforçar a dinâmica do trabalho em pequenos grupos técnicos.

Sun et al. (2012) relatam a experiência de um curso de introdução à computação para cursos de engenharia, com a disponibilização dos vídeos dos slides das aulas/palestras (material *online*), com o intuito de suprir a falta de aulas teóricas. Após os alunos assistirem os vídeos, eles vão ao laboratório fazer os exercícios práticos baseados na resolução de problemas (PBL) com a supervisão de instrutores. A estrutura do curso constava de módulo *online* com o conteúdo idêntico ao modo tradicional, em que os alunos podiam usar o *Facebook* como uma ferramenta de comunicação. As práticas de laboratório reforçavam o conteúdo *online*, em que os vários pequenos programas são implementados. Os instrutores acompanhavam todas as atividades de laboratório e aplicavam as avaliações dos trabalhos. Os autores concluíram que o curso híbrido ajudou os alunos na construção com conhecimento de programação.

Um novo curso feito especialmente para Engenheiros, baseado no livro “Introdução a Programação Científica” e por um site com o material *online*, foi apresentado por Zachary (1996). O curso tem como linguagem de programação o Maple em combinação com C; ensina os conceitos de programação em paralelo com a abordagem de programação baseada em solução de problemas; os exercícios são relacionados a Ciências e Engenharia; não se utiliza somente das aulas teóricas, mas também com o material disponibilizado na Web.

Posterior à condução do mapeamento, foram identificados outros trabalhos.

Silva e Borges (2016) apresentam uma proposta de ensino de conceitos de Lógica de Programação (LP), utilizando kit robótico como ferramenta pedagógica baseada no método PBL e na Aprendizagem Colaborativa. Esta proposta visa demonstrar maneiras para trabalhar alguns conceitos de LP com objetivo de identificar o melhor uso dos recursos oferecidos pelo kit, buscando despertar o interesse dos alunos iniciantes, propiciando uma melhor compreensão dos conceitos de programação de computadores. O estudo demonstra que não é necessária a utilização de grande quantidade de recursos do ambiente de programação e tão pouco de recursos complexos.

Ainda, Araújo et al. (2015) relatam a experiência, com ênfase na prática docente, de um minicurso de lógica de programação planejado e executado conforme os princípios do método PBL, com o objetivo de estimular o pensamento computacional em crianças do ensino fundamental. As principais ações associadas ao planejamento do minicurso referem-se à definição de objetivos educacionais claros e precisos conforme a Taxonomia de Bloom Revisada (ANDERSON; KRATHWOHL, 2001), além da descrição dos problemas alinhados a ferramenta e estratégias de avaliação. O minicurso foi particionado em três encontros:

- No primeiro encontro iniciou-se com as apresentações, tanto no que diz respeito aos integrantes do grupo que idealizou o minicurso, como apresentação do próprio projeto;
- No segundo momento os estudantes foram questionados acerca da diferença entre computação e informática. Para fazer os alunos pensarem em soluções, alguns exemplos cotidianos foram perguntados. Estes exemplos poderiam ser resolvidos através do Pensamento Computacional;
- A última etapa da aula teve como intuito reforçar as possibilidades da computação além de puras máquinas pela explicação de como elas conseguem representar dados em informações.

Rodrigues e Santos (2016) definem uma estrutura e ferramentas que facilitam a aplicação da PBL no ensino de computação. Manter fielmente a filosofia da PBL requer não apenas o cumprimento integral de seus princípios, mas também que seus processos sejam gerenciados de forma eficiente. Para facilitar a adoção do PBL, especialmente no que diz respeito à gestão de seus processos, os autores propõem um quadro baseado no ciclo *Plan, Do, Check, Action* (PDCA) de *Deming*. A estrutura destaca sua capacidade de

reutilização de artefatos e recomenda modelos para as etapas de planejamento, implementação, monitoramento e ações corretivas. Especial atenção é dada aos componentes que são essenciais para a estrutura: metodologia xPBL, modelos de maturidade, tais como PBL-Test e modelos de avaliação, e avaliação autêntica.

Por fim Hoffbeck et al. (2016) apresentam um curso desenvolvido na Universidade de *Portland*, EUA, para alunos do primeiro período de Engenharia, em que são introduzidos alguns conceitos de computação, utilizando MATLAB e PBL. O curso consistiu principalmente de uma série de experiências laboratoriais que conduziram a três projetos específicos de disciplinas de engenharia. Os alunos foram agrupados em equipes multidisciplinares. Os objetivos foram avaliados com base nas notas dos alunos. Os resultados da avaliação indicaram que o curso foi eficaz para ajudar os alunos a compreender técnicas de programação introdutória.

Analisando todos os trabalhos sobre o uso PBL no ensino introdutório de Computação apresentados nesta seção, pode observar que os elementos Problema, Solução e Grupo estão presentes e, assim, consideramos pertinentes os requisitos PBL propostos em nossa pesquisa.

2.3. Requisitos para objetos de aprendizagem com PBL

Silva (2012) aborda o desenvolvimento do OA dentro de um contexto determinado, estabelecendo modelo que define requisitos para objetos de aprendizagem. O modelo considera a atividade de aprendizagem, o *design* instrucional, objetivos educacionais, as pessoas e seus papéis ou funções determinadas para o contexto, a habilidade e conhecimento destas pessoas, a interação do OA ou a sequência da implementação, o resultado de aprendizagem e o método de avaliação, conforme mostra a Figura 2.3.

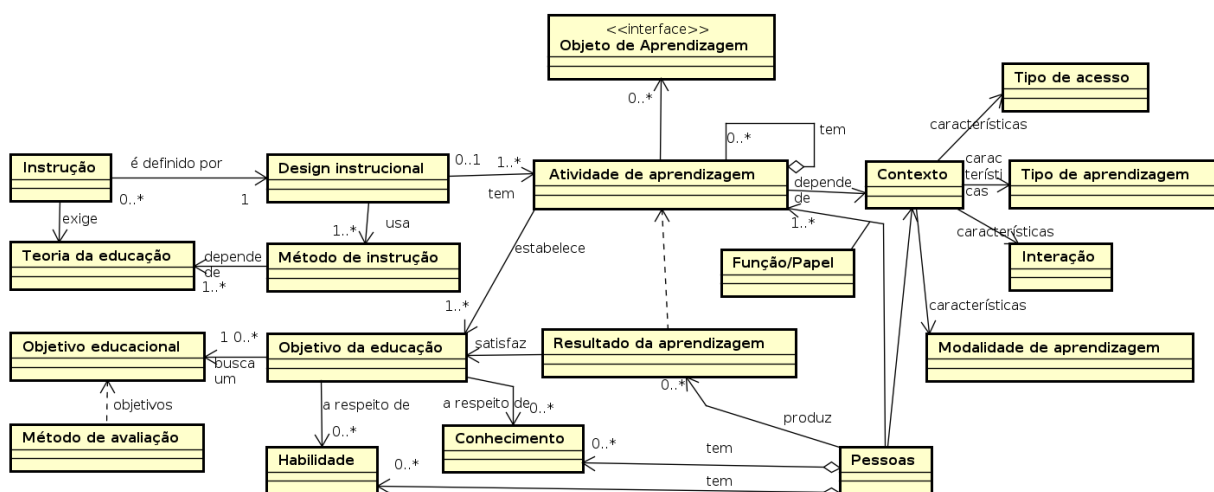


Figura 2.3. Elementos educacionais associados a um OA - (SILVA, 2012).

Considerando as características de aprendizagem baseada em problemas apresentadas nas seções anteriores, são estabelecidos requisitos específicos para a criação de objetos de aprendizagem com elementos típicos da metodologia PBL. Observamos que, na Figura 2.1, os elementos de PBL, **Problema**, **Solução** e **Grupo**, norteiam a atividade de PBL e ainda que o Contexto/Ambiente e os papéis desempenhados pelos atores envolvidos – Alunos e Professor/Tutor – completam os elementos PBL. Para que o grupo, considerando o contexto, formule as possíveis soluções do problema são necessários o conhecimento e experiência prévia de cada aluno (membro do grupo). Também os alunos consideram os materiais disponibilizados pelo professor/tutor e ainda em suas pesquisas sobre os conceitos necessários para formar uma fonte de conhecimento.

Ao final de toda a atividade PBL acontece a avaliação, podendo ser formativa e somativa (SANT'ANNA, 2001). A avaliação diagnóstica não é comumente usada em PBL, tendo em vista que visa diagnosticar, verificar e levantar os pontos fracos e fortes do aluno em determinada área de conhecimento.

- **Formativa** – dita processual ou de desenvolvimento, que ocorre ao longo do processo de ensino-aprendizagem e
- **Somativa** – acontece no fim de um processo de educação e aprendizagem, tem uma função classificatória, em razão de que vão convir a uma classificação do estudante conforme os níveis de aplicação no fim de uma unidade, de um módulo, de uma disciplina, de um semestre, de um ano, de um curso.

Complementando as informações e requisitos apresentados na Figura 2.3, foi criado um novo diagrama apresentado na Figura 2.4, procurando consolidar, com a adição de elementos característicos de PBL, (Problema, Solução e Grupo). Com o **Problema** contextualizado e definido, buscamos nas fontes de conhecimento (modelos conceituais, OAs existentes,

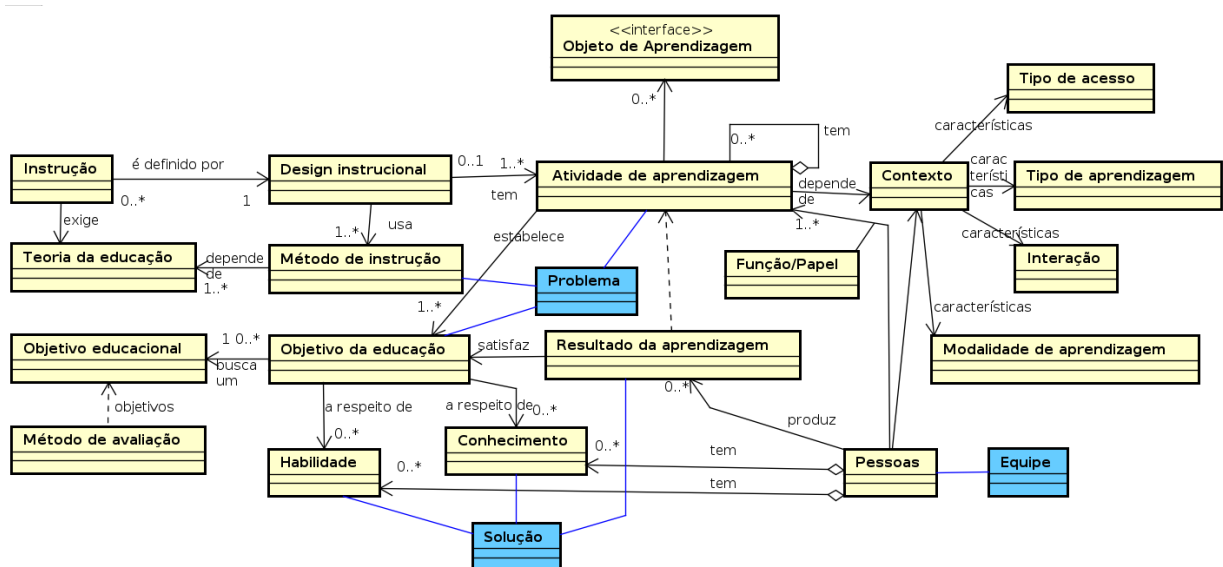


Figura 2.4. Elementos educacionais associados a um OA + PBL – (Autoria própria).

conteúdos específicos da área) definir os conceitos e objetivos educacionais a serem alcançados no objeto de aprendizagem gerado. Este OA, durante o seu desenvolvimento, a opinião do especialista é considerada em todo o processo. A **Solução** ou soluções buscadas pelo **Grupo**, considerando o material fornecido junto com o OA, nas fontes de conhecimento, em pesquisas realizadas durante a atividade, na vivência e experiência dos alunos, gera o produto final em forma de resultado. Este produto final será analisado e avaliado pelo próprio grupo (no momento da reflexão e auto avaliação) e também pelo professor/tutor para avaliar o progresso destes alunos ao longo do processo de ensino-aprendizagem (avaliação formativa) e avaliar ainda no fim do processo a classificação do estudante conforme os níveis de aplicação (avaliação somativa).

2.4. Métodos para desenvolvimento de objetos de aprendizagem

Silva (2012) comenta que, na literatura, são observadas duas gerações de métodos para o desenvolvimento de objetos de aprendizagem. Na primeira, é adotada a visão de material didático como, por exemplo, um hipertexto. Em seguida, o foco aponta para aos padrões definidos por organizações como *Advanced Distributed Learning* (ADL), *Aviation Industry CBT Committee* (AICC) e *IMS Global Learning Consortium* (IMS) e, principalmente, à questão de reusabilidade.

Na segunda geração, as técnicas preservam o uso de especificações formais, mas não com o as características encontradas em sistemas hipermedia, tais como: nós, âncoras, ligações, tipos de ligação, distinção entre estrutura e conteúdo (BARBOSA, 2004). Ainda define-se o processo, focando no caráter interdisciplinar da atividade de desenvolvimento.

O desenvolvimento de um OA é bastante complexo e envolve a participação de uma equipe multidisciplinar composta por pedagogos, desenvolvedores, *designers* gráficos e especialistas de área. Eles devem interagir de modo a atingir os objetivos tanto tecnológicos quanto pedagógicos (BOND et al., 2008). Portanto, é necessário o uso de métodos para organizar o processo de desenvolvimento, a padronização e a comunicação entre os envolvidos. A aplicação de práticas sistemáticas é fundamental para a garantia da produtividade do processo de desenvolvimento e principalmente da qualidade dos objetos gerados (BARBOSA, 2004). Caso se use um método equivocado ou nem seja usado nenhum, o resultado pode ser insatisfatório e não atingir seus objetivos e nem possa ser reutilizado em outros cenários.

Corroborando com isso, Kroll e Kruchten (2003) comentam que, para garantir que os OAs sejam eficazes para o processo ensino aprendizagem e possam ser reutilizados de alguma forma, parcial ou integralmente, seu desenvolvimento deve ser sistematizado, sempre levando em consideração a importância de se utilizar modelos e métodos. Um produto de qualidade deve ter ausência de defeitos e, sobretudo, deve atender aos propósitos desejados.

Nesta seção apresentaremos algumas abordagens de métodos de desenvolvimento de objetos de aprendizagem, suas características e etapas de desenvolvimento.

2.4.1. xPBL

Uma das características inerentes ao PBL é que está fortemente orientada para os processos (FIGUERÊDO et al., 2011). Isso significa que adotá-lo só pode ser eficaz quando é assegurado que as etapas do processo são gerenciadas e conduzidas em alinhamento uns com os outros. Santos et al. (2014) afirmam que o xPBL, além de ser baseado nos princípios de PBL, considera métodos de gestão e ferramentas para os processos baseadas no ciclo PDCA de *Deming*, conforme apresentado na Figura 2.5.

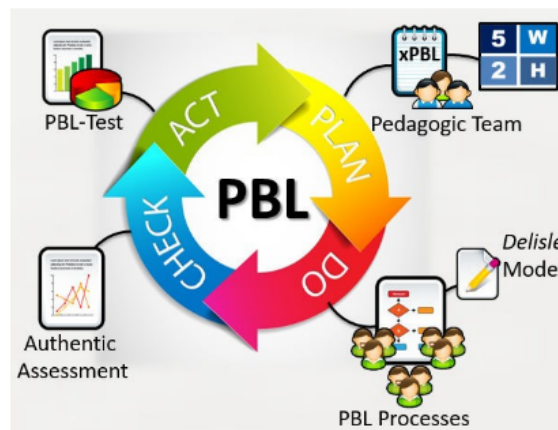


Figura 2.5. Ciclo PDCA de *Deming* (SANTOS et al., 2014).

Ao adaptar o que Barrows (1986) propõe ao contexto da Educação em Computação, em que o ciclo de aprendizagem é altamente interativo, o processo PBL pode ser visto na Figura 2.6 em seus 10 passos.

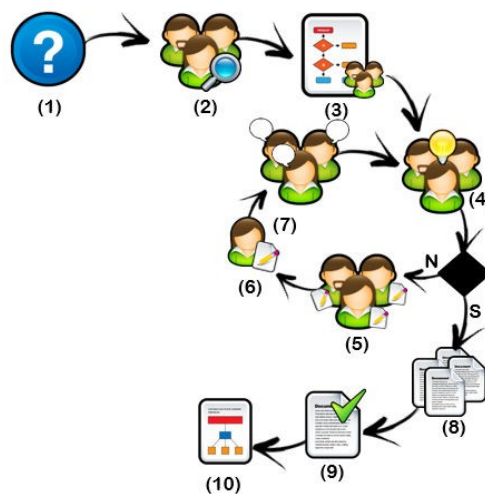


Figura 2.6. Processo PBL - (BARROWS, 1986)

A primeira atividade do processo é a proposição do problema (1), ou simplesmente a apresentação do problema. Para Santos et al. (2014), esta atividade reforça a idéia de que a forma de aprendizagem em xPBL ocorre inversamente, no sentido de que os problemas devem sempre preceder qualquer forma de conteúdo e conceitos. O levantamento das hipóteses (2) aponta como as equipes devem buscar uma compreensão das causas do problema. Estas hipóteses foram identificadas durante as discussões iniciais, ou seja, essa atividade leva os alunos a analisar o problema para entender o domínio para o qual eles estão tentando encontrar uma solução. Para estabelecer as responsabilidades de cada membro, as equipes devem planejar o trabalho do grupo (3) de modo a assegurar a melhor maneira de se dirigir para o processo de resolução do problema. Isso pode ocorrer quando os alunos se esforçam para usar seu conhecimento prévio (4) e pode acontecer que o conhecimento da equipe seja insuficiente. Neste caso, o processo se ramifica em um fluxo alternativo, o que significa que os alunos precisam realizar um levantamento de suas necessidades de aprendizagem (5). Problemas de aprendizagem são tópicos de relevância potencial para o problema e são considerados como pontos, uma compreensão de que os alunos não sabem ou simplesmente não têm. Clarificar essas questões favorece a tomada de decisões sobre a definição das soluções propostas, além de orientar cada membro para a necessidade de realizar um estudo aprofundado (6). Neste contexto, ao criar questões de aprendizagem, o grupo precisa definir suas prioridades e as responsabilidades que definem quem investigará esses assuntos e quando. Assim, a aprendizagem torna-se feita sob medida para cada membro, de modo que cada membro da equipe procura informações de forma autônoma, porque suas próprias tarefas e estratégias (SANTOS et al., 2014).

É durante as discussões de grupo e debates (7) que os alunos devem compartilhar informações e lições aprendidas. A possibilidade de buscar informações e compartilhar isso com os outros em cada reunião torna-se uma tentativa de desenvolver alternativas viáveis para a solução do problema (SANTOS et al., 2014).

Para o fluxo de atividade em que se considera que os alunos conseguem definir soluções alternativas (8) sem necessidade de fazer um levantamento de questões de aprendizagem, isso dispensa a necessidade de considerar a aplicação de conhecimentos e idéias ao implementar a melhor solução (9), e, de fato, produzir algo concreto que possa ser apresentado ao processo de avaliação (10) (SANTOS et al., 2014).

2.4.2. AM-OER: *Agile Method for the Development of Open Educational Resources*

O método *Agile Method for the Development of Open Educational Resources* (AM-OER) visa apoiar efetivamente o desenvolvimento de REAs de qualidade através de uma abordagem flexível que priorize a comunicação e a colaboração dos envolvidos na construção

de tais materiais (ARIMOTO, 2016). O objetivo do AM-OER é apoiar o desenvolvimento e a disponibilização de REAs de qualidade que sejam capazes de motivar os aprendizes com o processo de construção do conhecimento.

Arimoto (2016) apresenta as características e práticas derivadas da Engenharia de Software que auxiliam e orientam o processo de desenvolvimento de REAs:

- Permite a concepção e criação de REAs de forma iterativa e com entregas regulares;
- Promove a criação de REAs com práticas de *design* pedagógico integradas para contribuir para melhor qualidade e facilitar a reutilização e adaptação;
- Promove uma abordagem adaptativa com formas flexíveis para eventuais mudanças;
- Permite *feedback* rápido entre educadores e alunos; e
- Promove o desenvolvimento colaborativo e aumenta a interação e a comunicação entre o integrantes da equipe de desenvolvimento.

A Figura 2.7 ilustra o fluxo de desenvolvimento AM-OER juntamente com as características e práticas apresentadas anteriormente, onde um projeto de desenvolvimento de REA começa a partir das necessidades de aprendizagem. Deste modo, são esboçados os principais componentes ou elementos do REA pela equipe de desenvolvimento que planeja as pequenas entrega dos primeiros módulos ou partes do REA. Os módulos são desenvolvidos iterativamente e de forma incremental por iterações curtas (*sprints*), cada qual pode durar dias ou semanas,(ARIMOTO, 2016).

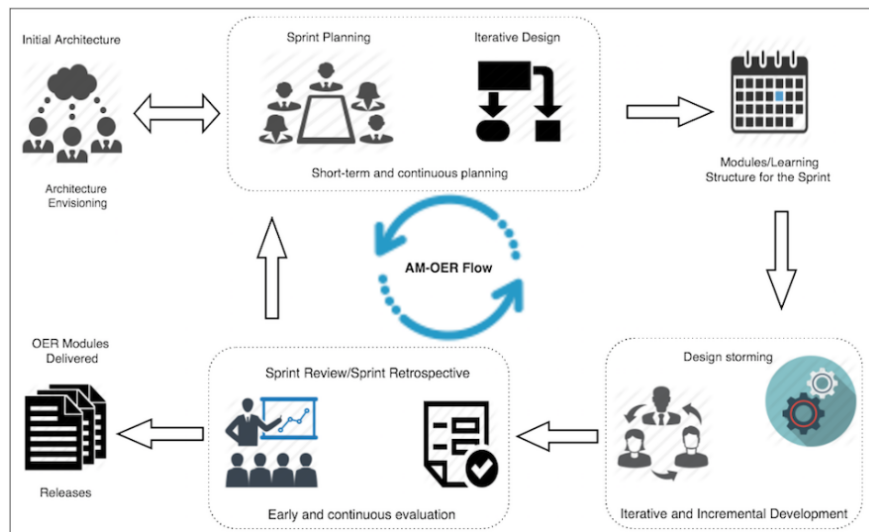


Figura 2.7. Fluxo de desenvolvimento AM-OER (ARIMOTO, 2016).

Durante um *sprint*, os membros da equipe se comunicam e interagem constantemente uns com os outros para discutir as atividades de desenvolvimento, monitorar seu progresso e identificar as possíveis dificuldades. No final de cada *sprint*, a equipe se reúne para identificar mudanças, melhorias e necessidades de novos componentes ou elementos (ARIMOTO, 2016).

Os pequenos lançamentos são aprovados pelos educadores e após a aprovação, são entregues para ser usado pelos alunos, obtendo assim *feedback* importante sobre suas experiências de aprendizagem. O processo é repetido até que todas as versões planejadas sejam desenvolvidas e uma versão final do REA seja entregue.

2.4.3. LODM: *Learning Object Development Method*

Existe a necessidade do uso de um método de desenvolvimento de OA que leve em conta os preceitos pedagógicos e técnicos. No estudo de Silva (2012) foi utilizado a *Learning Object Development* (LOD), uma abordagem para desenvolvimento de objetos de aprendizagem multimídias e interativos. Esta abordagem compreende um método dirigido a modelos, um processo-padrão e um processo específico ao desenvolvimento de objetos e aprendizagem para televisão digital. O LOD consiste de um modelo de processo ou processo-padrão para desenvolvimento de OAs *Standard Process for Learning Objects Development* (SPLOD), que define a instância para desenvolvimento de um OA *Learning Object Development Process* (LODP); um conjunto de ferramentas que estabelecem um protótipo de ambiente para o desenvolvimento de objetos de aprendizagem *Learning Object Development Environment* (LODE) considerando o método; e um método de desenvolvimento dirigido a modelos, denominado LODM (*Learning Object Development Method*) compreendendo a modelagem conceitual, instrucional e de interação do objeto de aprendizagem.

O LODM foi proposto por Silva et al. (2011) e é derivado do *Integrated Modelling Approach – Conceptual, Instructional and Didactic* (IMA-CID) (BARBOSA; MALDONADO, 2011), sendo composto de modelos conceitual, instrucional e de interação. Estes modelos têm a finalidade de alinhar a modelagem de interações com o projeto instrucional e à geração de objetos de aprendizagem conforme as plataformas de saídas desejadas. Os três modelos são definidos de forma iterativa, conforme apresentado na Figura 2.8. Com essa iteratividade, em qualquer fase do processo pode-se retornar à fase anterior para melhorias ou readequações.

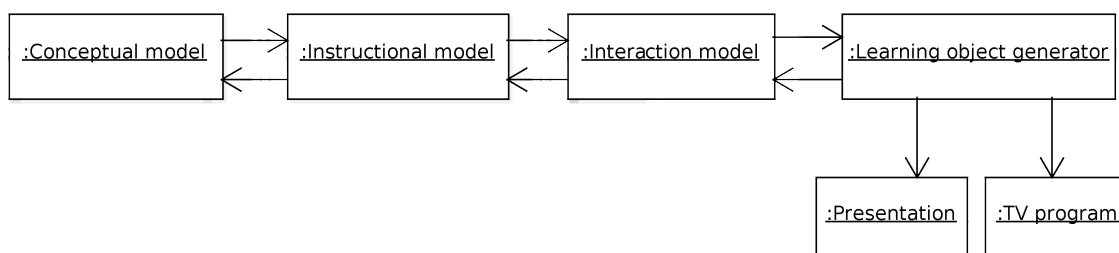


Figura 2.8. Visão geral dos modelos empregados no LODM - (SILVA, 2012).

O modelo conceitual organiza os conceitos e proposições considerando conceitos importantes para a compreensão dos objetivos educacionais. O modelo instrucional é gerado a partir do modelo conceitual e relaciona os conceitos do modelo conceitual definindo itens

de informação de acordo com os objetivos educacionais. O modelo de interação complementa o modelo instrucional e define a sequência de instruções e as interações aplicáveis ao OA.

Modelo Conceitual

O modelo conceitual representa os objetivos educacionais do OA. Ele é construído com técnicas de mapeamento conceitual para que sejam identificados os conceitos importantes para a compreensão desses objetivos educacionais na forma de conceitos e proposições representados em um mapa conceitual (NOVAK, 1977). Os conceitos representam um objeto ou evento e as proposições são relações entre dois ou mais conceitos. Considerando o OA, o modelo conceitual estabelece os principais requisitos educacionais e identifica os conceitos relevantes para a compreensão do domínio do conhecimento e a especificação da forma pela qual eles se relacionam (BARBOSA; MALDONADO, 2011; SILVA et al., 2011)

Ainda como exemplo, a Figura 2.9 apresenta o modelo conceitual que representa os principais elementos do LODM, conforme explicados nesta seção.

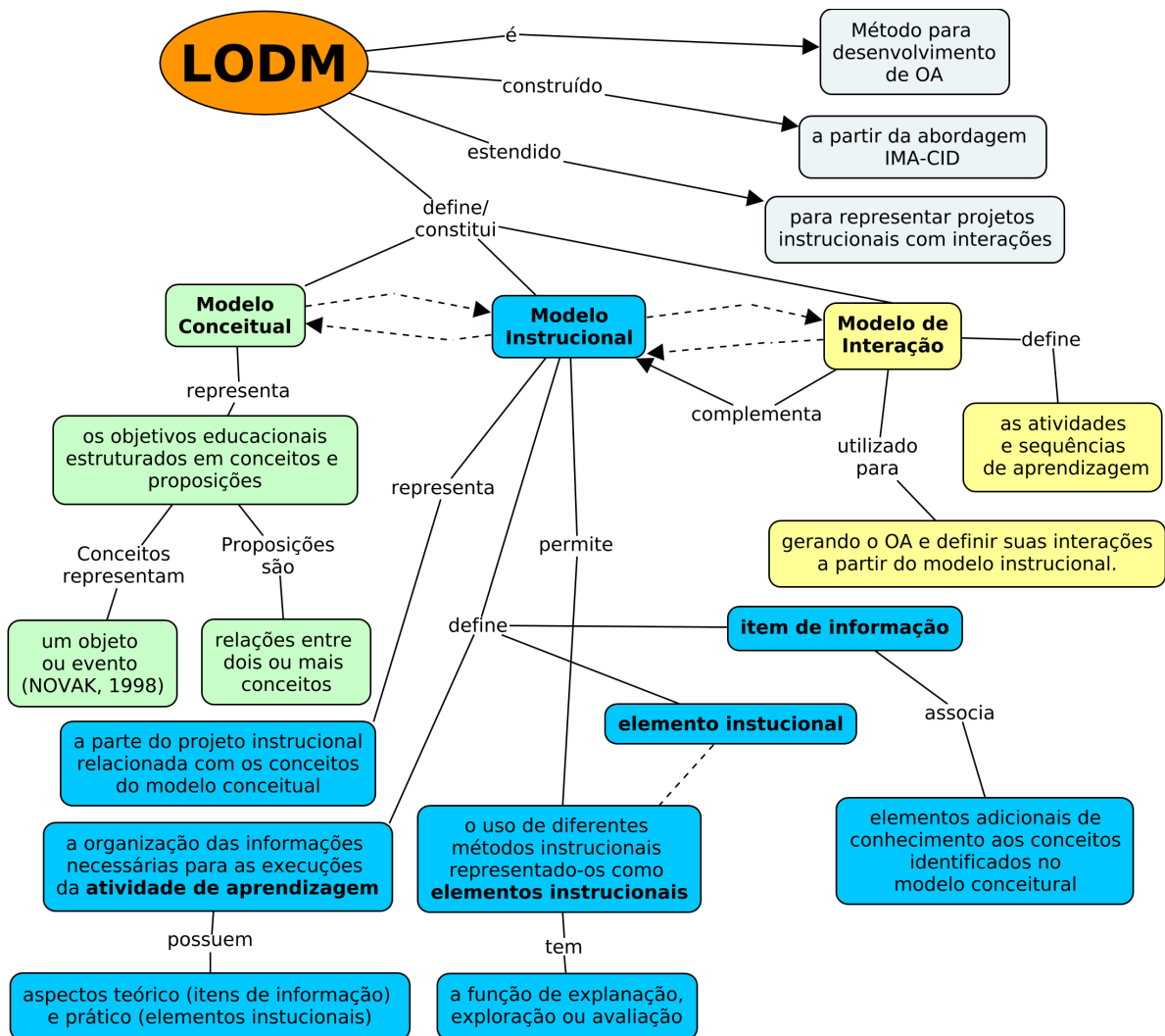


Figura 2.9. Exemplo de Modelo Conceitual – LODM - (Autoria própria).

Na Figura 2.10 temos um exemplo de modelo conceitual apresentando conceitos e proposições, mostrando o ensino da disciplina de *Advanced Placement Computer Science Principles* (AP-CSP) (ASTRACHAN; OSBORNE, 2016), relacionando os conceitos que abordam tópicos atuais de Computação, dificuldades encontradas pelos professores que ministram as disciplinas, instrumentos utilizados em sala de aula e a uma das intervenções possíveis para a melhoria na compreensão e interesse dos alunos matriculados nas disciplinas, que é PBL.

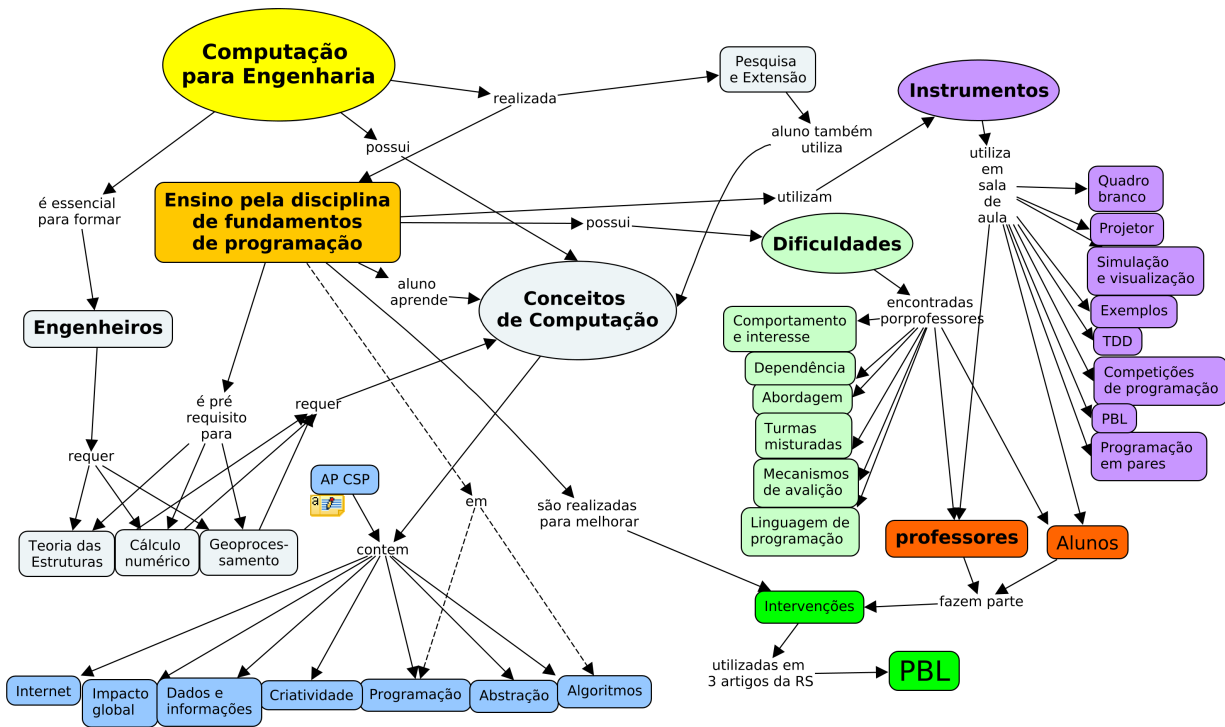


Figura 2.10. Exemplo de Modelo Conceitual – Computação para Engenharia – (Autoria própria).

Modelo Instrucional

A partir do modelo conceitual, cria-se o modelo instrucional, relacionando os conceitos do modelo conceitual de acordo com os objetivos educacionais, definindo-se itens de informação e atribuindo-lhes um papel instrucional dentro da estrutura da atividade de aprendizagem, permitindo o uso de diferentes métodos instrucionais, representando-os como elementos instrucionais. Silva (2012) reforça que modelo instrucional define os itens de informação e os elementos instrucionais. Os itens de informação podem seguir o modelo do *Component Display Theory* (CDT) (MERRILL, 1983) ou mapas conceituais.

Além do modelo CDT, o modelo instrucional do LODM utiliza mapas conceituais conforme mostrado na Figura 2.11. O LODM tem um mecanismo que permite fazer extensão ou adição de novos perfis a partir do estereótipo que define o tipo do item de informação.

Os elementos instrucionais complementam os itens de informação e são divididos em elementos **explanatórios** – definem informações utilizadas na explicação de um item de

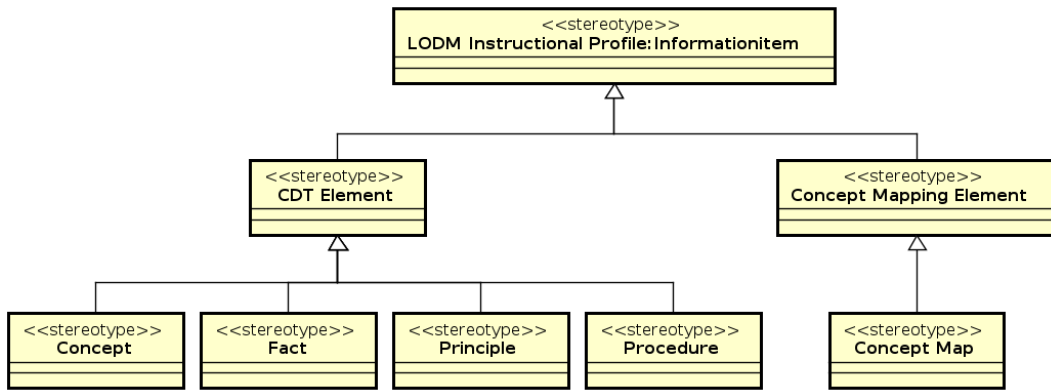


Figura 2.11. Diagrama de classe – LODM original (SILVA et al., 2011).

informação (exemplos, dicas, sugestões de estudo, referências), **exploratórios** – permitem a prática e a navegação pelos itens de informação relacionados (exercícios, simulações, utilização de ferramentas) e **de avaliação** (diagnóstica, formativa e somativa) do aprendizado. Estes elementos instrucionais, no LODM, são denominados “finalidade instrucional” (*Instructional function*). Todo elemento instrucional pode ser associado a uma ou mais finalidades instrucionais, mas itens de informação possuem uma função mais definida e podem ser pré-associados a determinadas finalidades instrucionais (SILVA, 2012).

Para exemplificar, a Figura 2.12 mostra um modelo instrucional que é um *statechart* com um estado pai (**Treliça - combinação de diversas barras entrelaçadas**), com duas regiões separadas por linhas pontilhadas (região **PBL** – que é problema apresentado e a região **Conceitos** – contém os conceitos de duas áreas de conhecimento, Engenharia Civil e Computação). Por sua vez a região **Conceitos** esta dividida em outras duas regiões – com os conceitos Treliça e Programação.

Harel (1987) explica que um *statechart* é uma extensão de *Finite State Machine* (FSM) que permite a composição e alinhamento de estados (definindo uma hierarquia) e concorrência de estados (estados AND). A cada estado atômico ou composto do tipo XOR (que não permite concorrência), associa-se uma página que contém os recursos (textos, imagens) e âncoras que estão associadas aos eventos que disparam a transições entre os estados do *statechart*.

No estado filho **PBL** existem quatro subestados (*Problem* – Problema, *Solution* – Método dos Nós, *Solution* – Solução e *Team* – Grupo). No estado filho **Conceitos** existe uma primeira região com estado filho contendo os conceitos de **Treliça** da área de Engenharia Civil dividido em sete subestados. Ainda no estado filho **Conceitos**, na segunda região existem dois estados filho contendo os conceitos de Programação – **Programação 1** (com um subestado) e **Programação 2** (com quatro subestados). A ordem ou sequência de navegação em que qual ou quais estados serão acionados na ocasião da implementação ou uso do OA será apresentada na próxima subseção.

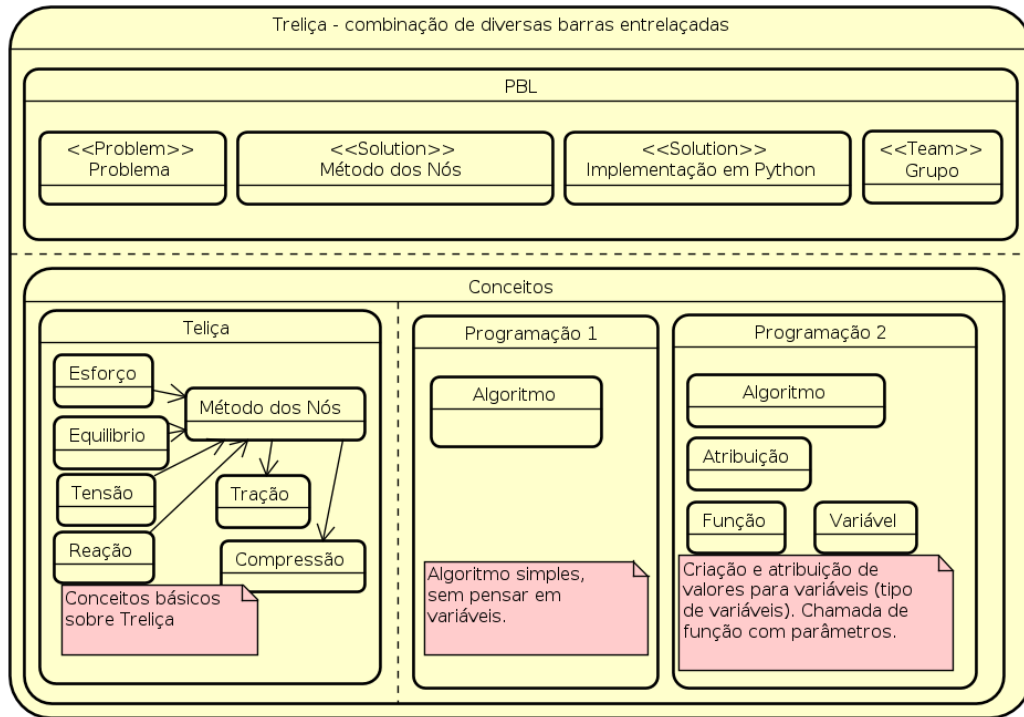


Figura 2.12. Exemplo de Modelo Instrucional - (Autoria própria).

Modelo de Interação

O modelo de interação estabelece a sequência de instrução e as interações aplicáveis ao objeto de aprendizagem. Este modelo complementa o modelo instrucional, definindo-se as atividades de aprendizagem em função da sincronização entre os elementos do modelo, gerando o OA e definindo sua interação a partir de sua representação no modelo instrucional (SILVA et al., 2011). De acordo com a plataforma ou ambiente de execução, os dispositivos de interação utilizados e as próprias mídias, o conjunto de eventos possíveis é ampliado.

Na Figura 2.13 apresentamos a forma padrão de um modelo de interação, onde as sequências em que deve ser apresentado o objeto de aprendizagem são mostradas. Isso pode ser configurado utilizando o estereótipo *Dynamically Defined* (DD) – qualquer estado DD pode ser ativado pelo usuário como estado inicial. Note que os estados PBL e Trelça sempre estarão ativos, ora com Programação 1 (sequência inicial definida pelo círculo preto - definida neste exemplo como DD, pois não permite concorrência, forçando obrigatoriamente como estado inicial), ora com Programação 2 (segunda sequência).

Para auxiliar a compreensão no modelo de interação, pensando em tempo de execução, as Figuras 2.14 e 2.15 mostram como a navegação será visualizada no momento da implementação. A Figura 2.14 mostra a primeira interação, – Unidade Instrucional (UI)1, em que os estados PBL e Conceitos então ativos. Os conceitos de Engenharia Civil (Trelça) e de Computação (Programação 1) são considerados para a obtenção do produto final em que os grupos elaborem um algoritmo com os passos para calcular a Reação na Trelça utilizando o Métodos do Nós.

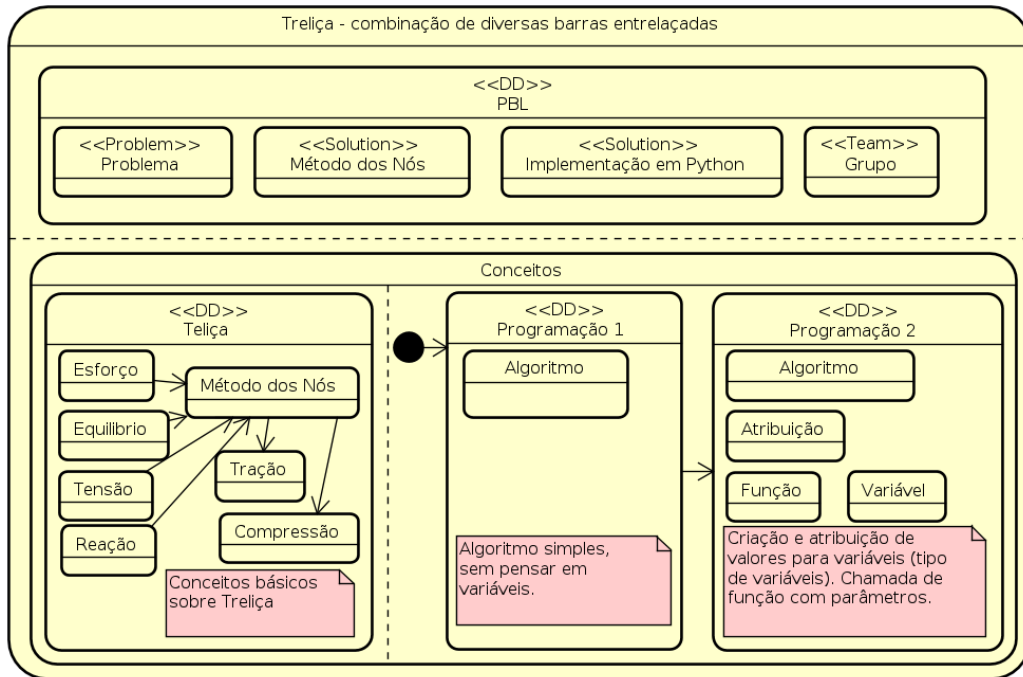


Figura 2.13. Exemplo de Modelo de interação - (Autoria própria).

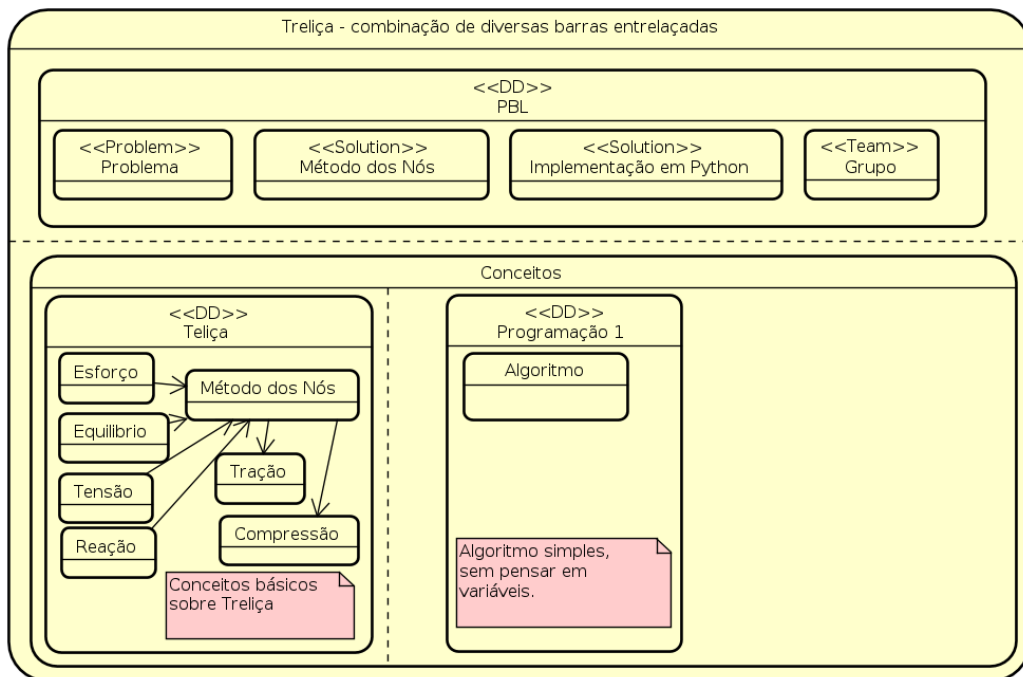


Figura 2.14. Exemplo de Modelo de interação – primeira interação – UI1 - (Autoria própria).

A Figura 2.15 mostra a segunda interação, – UI2. Os mesmos estados PBL e Conceitos continuam ativos, mas no conceito de Computação o subestado Programação 1 está desativado e o Programação 2 está ativo. O produto final desta interação é uma Função em *Python* que testa o Algoritmo da primeira interação.

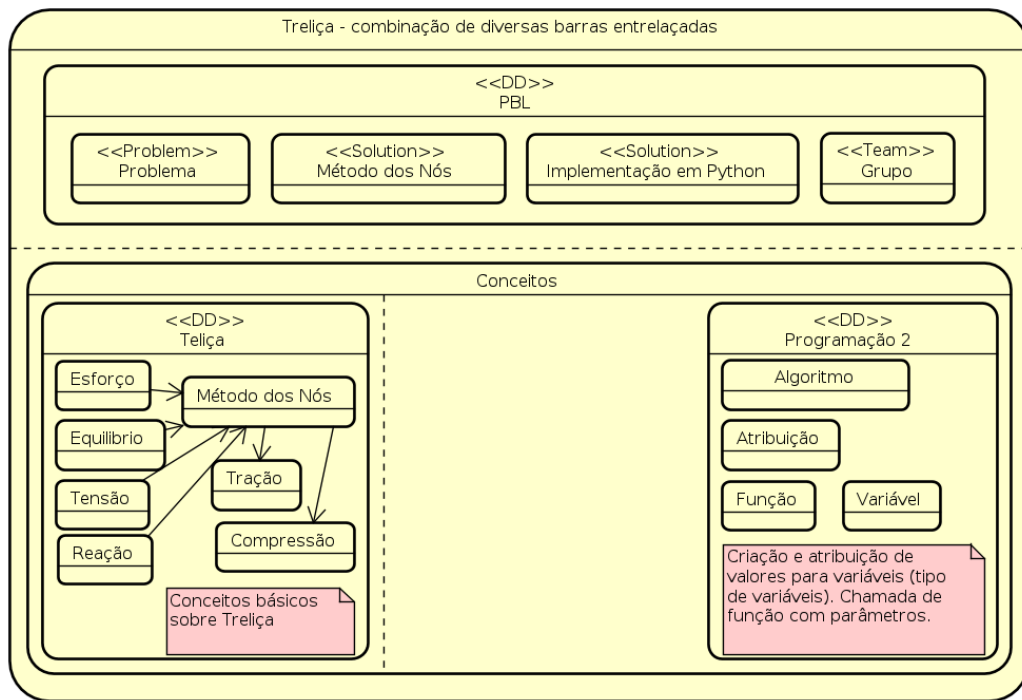


Figura 2.15. Exemplo de Modelo de interação – segunda interação – UI2 - (Autoria própria).

Após análise das abordagens de métodos de desenvolvimento de OAs apresentadas nesta seção consideramos pertinentes os requisitos estabelecidos e nos direciona a focar no LODM como abordagem escolhida a esta dissertação.

2.5. Considerações finais

A aprendizagem baseada em problemas, sua utilização no ensino introdutório de computação e requisitos de PBL (Problema, Solução e Grupo) para objetos de aprendizagem foram mostrados neste capítulo. Estes requisitos ou características se contextualizam no ensino introdutório de Computação para Engenharias a medida que o Problema vislumbra um tema real abordado na área de Engenharia. Conhecidos estes elementos PBL para o desenvolvimento de objetos de aprendizagem, definiremos no próximo capítulo um modelo de desenvolvimento de OAs baseado em modelos conceitual, instrucional e de interação, o LODM, acrescentando elementos de PBL.

LODM+PBL: método para desenvolvimento de objetos de aprendizagem baseado em problemas

Este capítulo apresenta o método para desenvolvimento de objetos de aprendizagem, construído a partir do LODM proposto por Silva (2012), mostrando suas definições e conceitos, considerando os requisitos relativos à PBL estabelecidos no capítulo anterior.

3.1. LODM+PBL

O método de desenvolvimento de objetos de aprendizagem foi denominado **LODM+PBL**, onde acrescentamos os elementos de PBL ao LODM. Analisando os requisitos estabelecidos no capítulo anterior, definimos as características e requisitos da PBL. Para a abordagem PBL são essenciais a discussão ativa e a análise dos problemas, hipóteses, mecanismos e tópicos de aprendizagem, capacitando assim os estudantes a adquirir e aplicar conhecimentos, permitindo-os colocar em prática as habilidades de comunicação e trabalho em equipe.

O LODM tem um mecanismo que permite fazer extensão ou adição de novos perfis. A partir do estereótipo que define o tipo do item de informação, podemos criar um novo perfil e definir novos estereótipos ligados a este novo perfil. Utilizando este mecanismo, adicionamos o perfil *PBL Element* paralelamente aos perfis *CDT Element* e *Concept Mapping Element*, conforme mostrado na Figura 3.1.

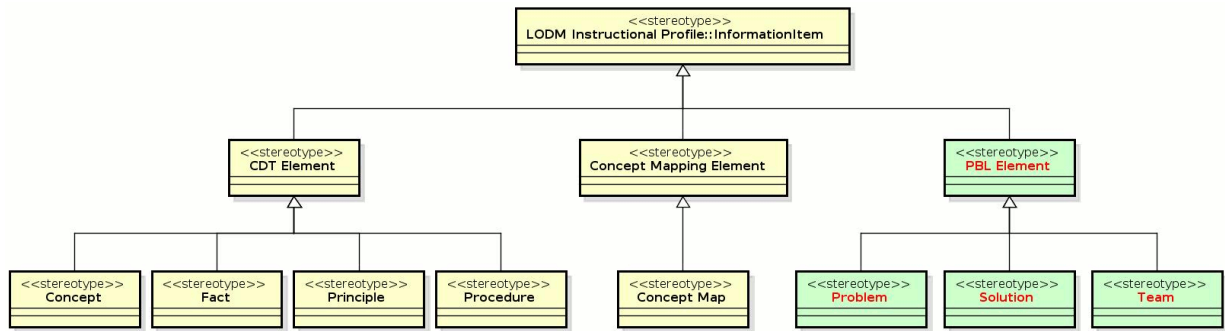


Figura 3.1. Elementos de PBL adicionados ao LODM.

O estereótipo **Problem** representa um item de informação que apresenta uma situação real de um problema específico de uma determinada área. Deve ter características específicas da área de conhecimento como o nome, o enunciado e os conceitos a serem abordados e aprendidos pelos estudantes. Problema é questão, dúvida, o que é difícil de explicar (FERREIRA, 1988).

O estereótipo **Solution** representa um item de informação que busca que os membros do grupo (alunos) apresentem a solução ou soluções para o problema apresentado, levando em consideração as características do problema, o material fornecido pelo professor/tutor, as informações buscadas ou pesquisadas durante a atividade PBL e os conhecimentos adquiridos durante a vida. Solução é resolução de uma dificuldade, de um problema, resposta a uma questão (FERREIRA, 1988).

Por fim, o estereótipo **Team** representa os grupos de alunos formados no início da atividade PBL, em que os membros devem eleger um coordenador e um relator. O coordenador tem a função de organizar o trabalho em equipe. O relator é responsável por fazer as anotações que serão utilizadas para a elaboração dos relatórios. Equipe é grupo de pessoas reunidas para uma mesma tarefa ou ação (FERREIRA, 1988).

Portanto, considerando o LODM – que é composto do modelo conceitual, modelo instrucional e modelo de Interação – e o perfil adicionado (*PBL Element*), com os estereótipos (*Problem*, *Solution* e *Team*), vamos relatar nas próximas subseções como utilizar o LODM+PBL e cada um destes modelos no desenvolvimento de OA no contexto já mencionado.

3.1.1. Modelo Conceitual

O modelo conceitual, no LODM+PBL, auxilia no entendimento dos conceitos das áreas envolvidas para que o desenvolvedor e o especialista da área definam estes conceitos, o relacionamento entre eles, os objetivos educacionais e o tema do problema.

A Figura 3.2 mostra um exemplo de um mapa conceitual com conceitos de programação e outro mapa conceitual com conceitos de Engenharia Civil – Viga engastada com carga concentrada. A interligação entre estes dois conceitos (linhas pontilhadas) se dá

com a definição das variáveis necessárias para resolver o Problema Viga Engastada e também com as Equações de Estática que utilizam estas variáveis. As variáveis dos conceitos de Engenharia Civil são as mesmas utilizadas nos conceitos de Programação e no Algoritmo criado com os passos para resolução das Equações de Estática.

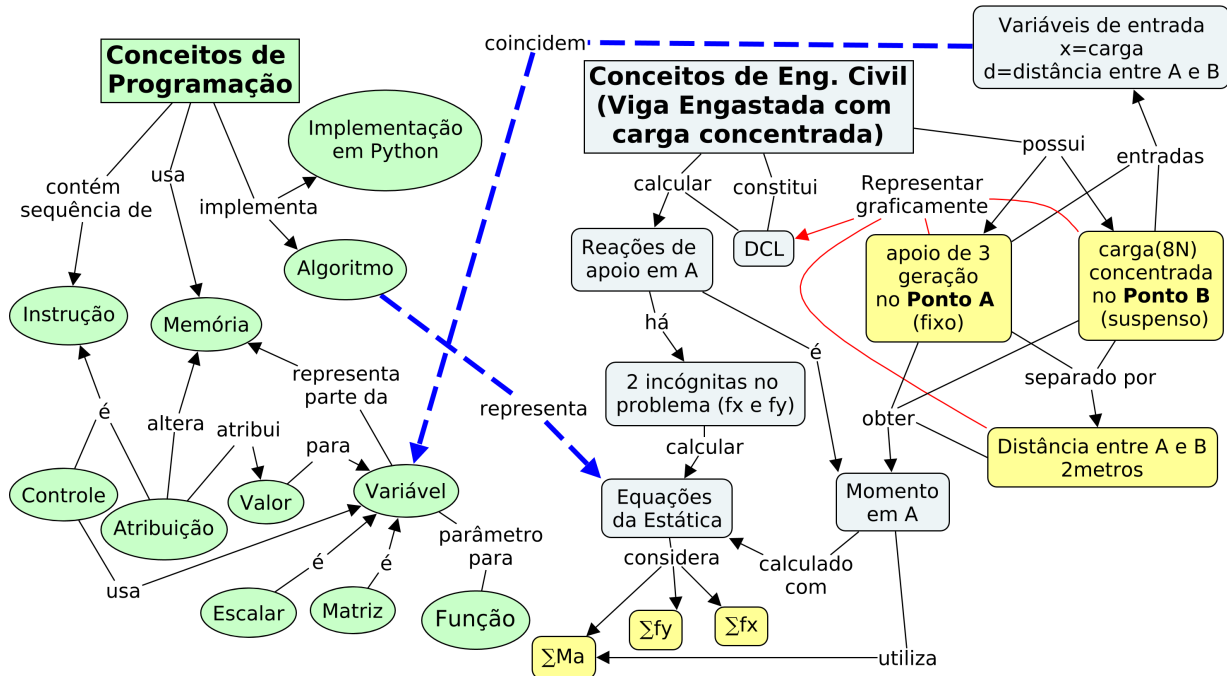


Figura 3.2. Modelo conceitual interligando conceitos de Programação e de viga engastada.

Portanto o modelo conceitual relaciona os conceitos de dois ou mais domínios de conhecimento, interligando dois ou mais mapas conceituais. Este relacionamento auxilia na definição de como serão utilizados os conceitos de um domínio para “ensinar” os conceitos do outro domínio, fazendo assim com que os alunos de estimulem a aprender com temas relacionados a sua área de formação ou conhecimento.

3.1.2. Modelo Instrucional

O LODM+PBL utiliza o modelo instrucional para extrair os objetivos educacionais do modelo conceitual e assim definir os itens de informação e atribuir um papel instrucional dentro da estrutura da atividade de aprendizagem.

A Figura 3.3 mostra o modelo instrucional que apresenta com um estado pai (o tema do OA – Viga engastada simples), com duas regiões. A primeira região com o esta filho Problema (PBL) e a segunda com outro estado filho apresentando os conceitos das duas áreas relacionadas. Ainda na primeira região, os estereótipos *Problem*, *Solution* e *Team* são utilizados para identificar os elementos PBL. No modelo instrucional é necessário ter pelo menos um estereótipo *Problem*, um estereótipo *Solution* e um estereótipo *Team*.

No subestado Conceitos, existem duas regiões dividindo outros estados filhos com os conceitos de Engenharia Civil e Computação. Esta divisão de estados e regiões auxilia na definição de que forma de apresentação ou navegação do OA.

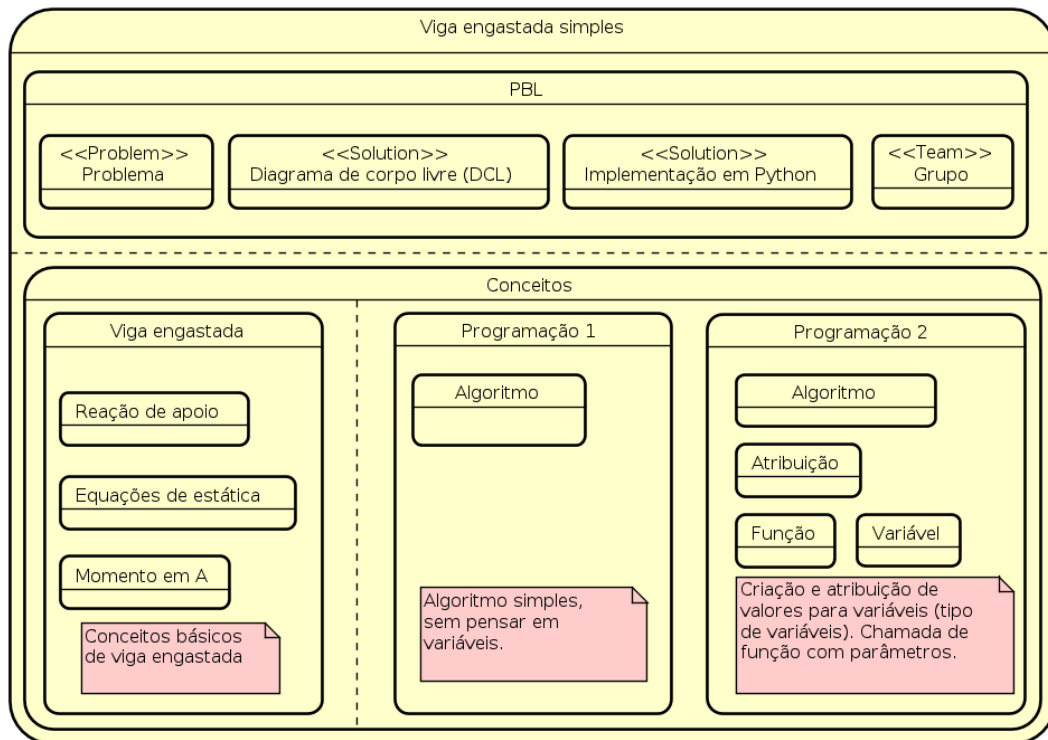


Figura 3.3. Modelo instrucional – LODM+PBL.

3.1.3. Modelo de Interação

No LODM+PBL, não foram feitas alterações no modelo de interação original do LODM.

3.2. Desenvolvimento de OA com LODM+PBL

O processo de desenvolvimento de OA geralmente é organizado em cinco fases: análise, *design*, desenvolvimento, implementação e avaliação (BRANSON et al., 1975). O modelo ADDIE foi um dos primeiros modelos de projeto instrucional desenvolvido e é utilizado de referência para aplicação do LODM+PBL.

3.2.1. Análise

Na fase de análise devem ser realizadas reuniões entre o desenvolvedor e o especialista da área para que sejam definidos o conteúdo e “problemas” que devem ser usados como tema para o desenvolvimento de OAs. Para a definição do problema podem ser analisados e considerados o Projeto Pedagógico do Curso (PPC), os objetivos e requisitos educacionais, as disciplinas e o perfil dos alunos. Com base em tais informações e conceitos básicos de programação, alguns mapas conceituais criados fornecem uma compreensão comum da relação entre alguns conceitos da área de conhecimento e de Computação, produzindo assim requisitos educacionais, conforme mostrado na Figura 3.4.

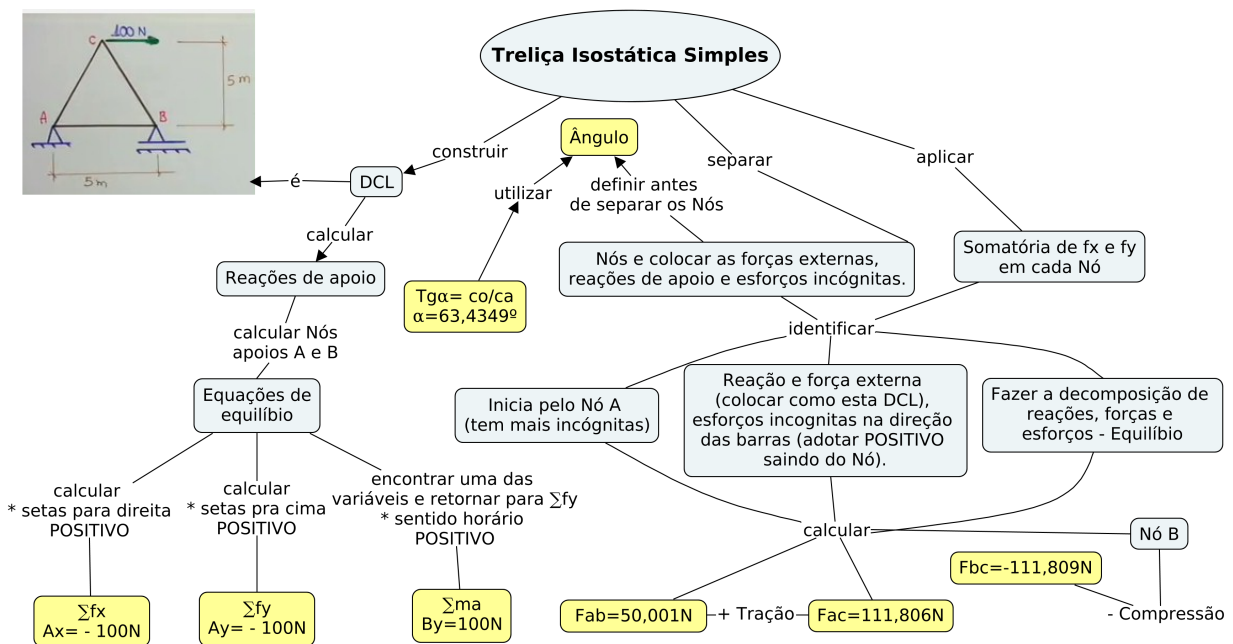


Figura 3.4. Mapa conceitual – Treliça Isostática Simples.

A construção do modelo conceitual requer a interação entre o desenvolvedor do OA, do especialista do domínio do conhecimento e do especialista do domínio do problema. No contexto deste trabalho, recomenda-se que tenha uma pessoa para cada papel ou, como foi o caso, o desenvolvedor de OA ser professor da área de Computação, acumulando assim duas funções. Nesta etapa é comum a criação de vários mapas conceituais buscando-se o refinamento sucessivo. Esta é uma etapa trabalhosa tendo em vista que colocar no OA de maneira clara o tema e a descrição do problema é de fundamental importância para o sucesso do processo de desenvolvimento de OA.

3.2.2. Design

Conhecidos os requisitos educacionais, possíveis temas ou problemas surgem considerando a bibliografia necessária para o assunto dos pontos de vista da área de Computação. Assim podemos identificar itens de informação gerando novos modelos conceituais e fazendo relacionamento entre os conceitos para definir a estrutura de itens de informação. Após várias iterações e rascunhos desenvolvidos pelo desenvolvedor do OA e pelo especialista da área, o modelo instrucional é criado.

Para o nosso estudo, os modelos instrucionais tem um padrão. O estado principal, que representa o OA, tem duas regiões, cada uma com um estado: uma para o problema e outra para os conceitos necessários para resolver o problema. Isso significa que o problema e os conceitos são simultaneamente exigidos ou mostrados pelo OA. As mudanças neste padrão podem acontecer a medida que o Problema considerado tenha mais ou menos conceitos, tanto na área de domínio de conhecimento (Computação) como na área do domínio do problema (Engenharia Civil).

Concluída a especificação do modelo instrucional, que aborda a estrutura da aprendizagem, ainda faltam informações sobre o sequenciamento surgindo assim o modelo de interação. Para o nosso estudo, a sequência foi definida considerando dois estados existentes da região de Conceitos de Computação (Programação 1 e Programação 2). Estes estados existem pelo motivo do escalonamento do conteúdo a ser cobrado no OA. Na primeira sequência, a primeira Unidade Instrucional pretende o aprendizado de Algoritmo somente. Já na segunda sequência, a segunda Unidade Instrucional exige o aprendizado de conceitos de Função e codificação em *Python*.

Quando o estado *Conceitos* está ativo, apenas um estado de cada região está ativo. Para regiões com apenas um estado, isso é trivial. No entanto, quando há mais de um estado por região, como é o caso de *PBL*, *Viga engastada*, *Programação 1* e *Programação 2*, devemos definir qual estado deve estar ativo ao entrar na região. O modelo de interação define a sequência final dos estados, estabelecendo estados padrão ou deixando-o livre para que o usuário do OA escolha qual estado deve estar ativo.

3.2.3. Desenvolvimento

Na fase de desenvolvimento, considerando o modelo conceitual, o modelo instrucional e o modelo de interação, o desenvolvedor cria os objetos de aprendizagem. A estrutura do OA, considerando o modelo de interação, descreve todos os detalhes importantes do estado Problema (PBL) em forma de um enunciado do problema, além da explanação e definições referentes aos conceitos na forma de mapas conceituais e instrucionais, conforme mostrado na Figura 3.5. Esta figura está ampliada no Apêndice B.1.

PACOTE PARA O ALUNO.

Unidade Instrucional 1: Objeto de Aprendizagem (OA) com elementos de PBL (*Problem Based Learning*) para o curso de Engenharia Civil, incluindo elementos de PBL no LODM (*Learning Object Development Method*).

Problema 1: Viga engastada com carga concentrada.

Tema
Desenvolvimento de um diagrama de corpo livre (DCL) e um algoritmo simples com os passos para a solução do Problema.

Problema
Viga engastada simples com dois pontos, sendo que o primeiro é o apoio (A) e o segundo é onde esta concentrada a carga (B). A carga de -8kN esta concentrada no ponto B (livre = é uma viga em balanço) à 2 metros do ponto A (fixo = encaixada). No ponto A o apoio é de terceiro gênero (restringe 3 movimentos = na horizontal, na vertical e rotação). OBS. o valor da carga é negativo devido do sentido (para baixo).

Modelo Conceitual

Diagrama de corpo livre -- O DCL é uma representação do corpo com as forças atuantes sobre o mesmo.

ALGORITMO:

- “Algoritmo é uma sequência de passos que visa atingir um objetivo bem definido” (Forbellone, 1999);
- “Algoritmo é a descrição de uma sequência de passos que deve ser seguida para a realização de uma tarefa” (Ascencio, 1993);
- “Algoritmo são regras formais para obtenção de um resultado de um problema, englobando fórmulas e expressões aritméticas” (Manzano, 1997).

Passos para a construção de algoritmos:

1. Compreender completamente o problema a ser resolvido destacando os pontos mais importantes;
2. Definir os dados de entrada, ou seja, quais dados serão fornecidos para a solução do problema;
3. Definir o processamento, ou seja, quais cálculos serão efetuados e quais as restrições para esses cálculos;
4. Definir os dados de saída, ou seja, quais dados serão gerados após o processamento;
5. Construir o algoritmo de alguma maneira;
6. Testar o algoritmo utilizando simulações (teste de mesa).

Produto / Resultado
A equipe deve enviar um e-mail com o produto final para o seu tutor (narci@ufpr.edu.br) até às 18 horas do dia 11/11/2016, anexando o arquivo compactado com o DCL e o algoritmo (GrupoX.zip). O algoritmo deve estar o mais detalhado possível conforme instruções.

ANEXO.

MAPA INSTRUCCIONAL -- Solução Viga Engastada:

Figura 3.5. Pacote alunos - OA.

Também são criados pacotes para cada objeto de aprendizagem, compostos de artefatos que serão utilizados pelos alunos e pelos professores/tutores na fase de implementação (uso do OA para a atividade PBL).

O pacote para os alunos pode ser composto de:

- Um guia para atividades do aluno (OA), descrevendo o problema, mostrando um mapa conceitual e fornecendo instruções – Figura 3.5. Considerando o LODM+PBL, no OA são necessários os seguintes tópicos:
 - Nome/título do problema (Ex.Viga engastada simples com carga concentrada);
 - Tema (breve indicação do que se trata o problema);
 - Descrição do problema (enunciado do problema);
 - Modelo conceitual;
 - Explicação do modelo conceitual abordando os itens de informação e suas definições dos conceitos;
 - Produto final/Resultado (apontamento do que os grupos deverão entregar ao final da Unidade Instrucional e ainda o que enviar por meio eletrônico (caso necessário));
 - Modelo instrucional constando os objetivos educacionais extraídos do modelo conceitual; e
 - Modelo de interação com a sequência da Unidade Instrucional.

- Modelos para submissão de relatórios parcial e final (Tabela 3.1). O modelo de relatório foi baseado nas sete etapas propostas por Deelman e Hoeberigs (2009) para sistematizar a atividade PBL.; e
- Vários materiais para consulta e melhorar o entendimento do assunto para a resolução do problema (materiais encontrados na literatura).

Tabela 3.1. Pacote alunos - Modelo Relatório.

Relatório Parcial. Grupo :				
1. Defina o problema:				
Com relação ao Problema			Com relação ao trabalho em grupo	
2-Possíveis causas	3-Pontos chaves (fatos)		4-Questões de pesquisa	5-Estratégias de Pesquisa
Identifique possíveis causas do problema proposto pelo enunciado. Discussão do problema e formulação de hipóteses para resolvê-lo.	Informações importantes sobre o problema. Formulação dos objetivos de aprendizagem e os assuntos que devem ser estudados para a resolução do problema com base nos conhecimentos prévios.		Conceitos e assuntos relevantes para solução do problema, que devem ser pesquisados.	Planeje como o grupo irá buscar informações, relevantes para resolver o problema: o quê? Quem? Quando? Onde?
1)-Coordenador	2)-Relator	3)-Membro	4)-Membro	5)-Membro
RA:	RA:	RA:	RA:	RA:

O pacote para os professores/tutores pode conter os mesmos itens do pacote para os alunos, mas com o conteúdo completo melhorando o entendimento do problema:

- Um guia para atividades do aluno (OA), descrevendo o problema, mostrando um mapa conceitual e fornecendo instruções mais completas (Figura 3.6 e Figura 3.7). O *Template* do OA foi descrito anteriormente. Estas figuras estão ampliadas no Apêndice B.2.;
- Modelos para submissão de relatórios parcial e final (Tabela 3.1) – idêntico ao dos alunos;
- Um esquema da atividade (Esquema de aula), como mostrado na Tabela 3.2. O objetivo do esquema é apoiar o tutor para a aplicação dos OAs. Também este esquema de aula foi baseado nas sete etapas propostas por Deelman e Hoeberigs (2009) para sistematizar a atividade PBL.; e
- Vários materiais devem ser disponibilizado para consulta e melhorar entendimento do assunto para a resolução do problema (materiais encontrados na literatura).

OBJETO DE APRENDIZAGEM (OA)
Engenharia Civil (Viga engastada com carga concentrada).

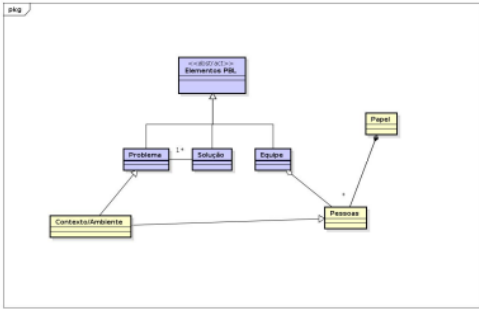
PACOTE PARA O PROFESSOR/TUTOR (planejamento para o professor).
<https://www.dropbox.com/s/AACT4mbZwXGpsFCE3KVR8ag/obj4TarVM>

Aula 1:

O professor/tutor deve dividir as equipes (5 alunos) e definir o coordenador e o relator do grupo.

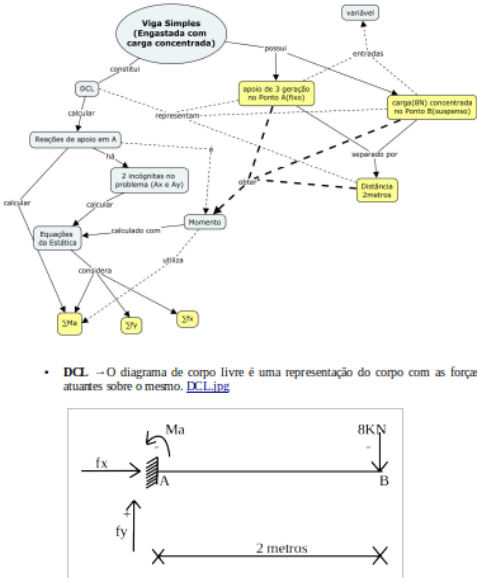
Ainda o professor/tutor deve explicar o exercício/problema (viga engastada simples) e seu relacionamento com os conceitos das duas áreas (Civil e Programação) introduzindo ainda o conceito de **Problem Based Learning - PBL**.

- PBL** – A ideia principal da PBL é buscar que o próprio aluno construa seu conhecimento e que ele se interesse em resolver o problema antes de receber os conteúdos, mudando assim sua postura no aprender. Assim o aluno adquire uma autonomia e mostra que pode compreender determinados assuntos ou conhecimentos com sua própria visão, mas o professor acompanhada todo o processo para avaliar ou validar o conhecimento adquirido. <https://www.youtube.com/watch?v=DjixDNV5uzM> 7:40 (a ser mostrado para os alunos). [Mapa Instrucional - Elementos PBL](#).




- Problema** – Viga engastada simples com dois pontos, sendo que o primeiro é o apoio (A) e o segundo é onde esta concentrada a carga (B). A carga de -8N esta concentrada no ponto B (livre = é uma viga em balanço) à 2 metros do ponto A (fixo = encaixada). No ponto A o apoio é de terceiro gênero (restringe 3 movimentos = na horizontal, na vertical e rotação). OBS. o valor da carga é negativo devido o sentido (para baixo) [Mapa Conceitual Viga Engastada](#).

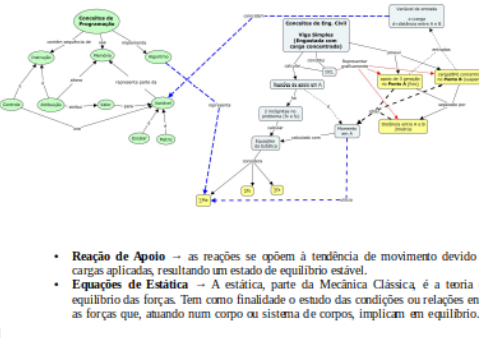
Figura 3.6. Pacote Professores/Tutores - OA - página 1.



- DCL** – O diagrama de corpo livre é uma representação do corpo com as forças atuantes sobre o mesmo. [DCL-1.jpg](#)
- Solução** – Como resultado da primeira aula, o tutor deverá avaliar o grupo conforme Taxonomia de Bloom (material abaixo). Os produtos serão:
 - o diagrama de corpo livre (DCL);
 - um algoritmo simples com os passos para a solução do Problema
- Afetividade** – Conforme Taxonomia de Bloom, o tutor deverá ESTIMULAR os alunos referente a Recepção, Resposta, Valoração, Organização e Internalização.
- Taxonomia de Bloom** – Na Taxonomia de Bloom a dimensão Cognitiva é estruturada em níveis de complexidade crescente – do mais simples ao mais complexo – e isso significa que, para adquirir uma nova habilidade pertencente ao próximo nível, o aluno deve ter dominado e adquirido a habilidade do nível anterior. [Níveis Bloom](#). [Mapa Conceitual Taxonomia Bloom](#).



- Conceitos de Engenharia Civil** – Os alunos devem ter visto estes conceitos em sala de aula com os professores da Civil, também será disponibilizado material em PDF - [Livro Introdução à Estática viga](#) e [Livro Introdução à Estática](#). [Mapa Conceitual Conceitos Civil Prog.](#)



- Reação de Apoio** – as reações se opõem à tendência de movimento devido às cargas aplicadas, resultando um estado de equilíbrio estável.
- Equações de Estática** – A estática, parte da Mecânica Clássica, é a teoria do equilíbrio das forças. Tem como finalidade o estudo das condições ou relações entre as forças que, atuando num corpo ou sistema de corpos, implicam em equilíbrio. A

Figura 3.7. Pacote Professores/Tutores - OA - página 2.

estática, aplicada à engenharia, é utilizada para a análise e dimensionamento de estruturas e também para cálculo de suas deformações;

- Momento em A** – O momento de uma força em relação a um ponto (eixo) é a grandeza física que dá uma medida da tendência de aquela força provocar rotação em torno de um ponto (eixo).
- Conceitos de Programação** – Lógica de programação/Algoritmo – introdução do assunto utilizando apresentação de slides ([CV32A-Aula02_Nodp](#)) e anotações no quadro.
- Lógica / Algoritmo:** Algoritmo é a especificação da sequência ordenada de passos que deve ser seguida para a solução de um problema ou para a realização de uma tarefa, garantindo a sua repetibilidade. **Pseudocódigo** – Forma de representação de algoritmos que se assemelha muito ao modo como os programas são escritos. Esta forma de representação permite que os algoritmos nela representados possam ser traduzidos, quase que diretamente, para uma linguagem de programação.
- Passos para a construção de algoritmos:**
 - Compreender completamente o problema a ser resolvido destacando os pontos mais importantes;
 - Definir os dados de entrada, ou seja, quais dados serão fornecidos para a solução do problema;
 - Definir o processamento, ou seja, quais cálculos serão efetuados e quais as restrições para esses cálculos;
 - Definir os dados de saída, ou seja, quais dados serão gerados após o processamento;
 - Construir o algoritmo de alguma maneira;
 - Testar o algoritmo utilizando simulações (teste de mesa).

ANEXO

MAPA INSTRUCIONAL – Solução Viga Engastada:

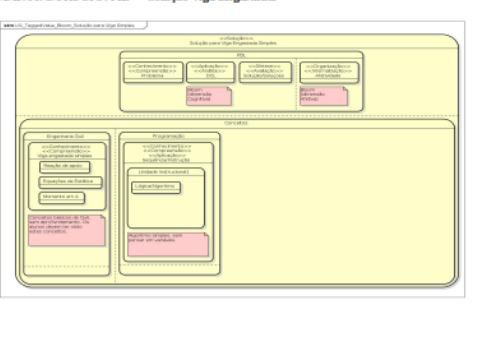


Tabela 3.2. Exemplo de Segmento da Aula 1.

Segmento de aula	Tempo	Dinâmica da aula	Atividade
1	10 min	Conduzida pelo professor	Explanação sobre PBL e sobre o Problema (vídeo, etc)
			Divisão dos grupos
2	45 min	Conduzida pelos alunos	Definição dos papéis (Coordenador/Lider, Relator)
			Conversa sobre a visão de cada membro e divisão das tarefas
			Resolução do Problema,
			Elaboração do relatório parcial
3	10 min	Conduzida pelo professor	Debate entre professor e alunos
			Síntese do professor
4	5 min	Conduzida pelos alunos	Entrega do relatório parcial ou definição de data para enviar o produto da atividade.

3.2.4. Implementação

A implementação é o uso do objeto de aprendizagem obedecendo a abordagem PBL. Portanto é uma aplicação que não se alterou por conta do LODM+PBL. Por exemplo o Esquema de Aula (Tabela 3.2), disponibilizado no pacote para o professor/tutor, tem algumas características de condução da atividade PBL que complementa, mas não modifica de forma incompatível o LODM e contribui na organização das Unidades Instrucionais.

3.2.5. Avaliação

Também a avaliação segue o fluxo natural do LODM e não se altera com o LODM+PBL. Todavia, o uso de relatórios parciais e finais (Tabela 3.1) caracterizam a atividade PBL à medida que estes relatórios e alguns possíveis questionários podem ser utilizados – contendo perguntas relacionadas à qualidade do OA e a amplitude da atividade PBL –, também contribuindo para a avaliação eficiente.

3.3. Considerações finais

Apresentamos neste capítulo o método LODM+PBL para desenvolvimento de objetos de aprendizagem, baseado no LODM e em PBL. Também definimos requisitos e elementos de PBL que foram acrescentados ao LODM. O processo de desenvolvimento de OA que foi organizado em cinco fases: análise, *design*, desenvolvimento, implementação e avaliação. Mostraremos no próximo capítulo os dois estudos realizados em 2016 e 2017, empregando o LODM+PBL.

Estudos sobre o desenvolvimento e uso de objetos de aprendizagem com LODM+PBL

Conhecido o novo método, apresentaremos neste capítulo o desenvolvimento de dois OAs, Viga Engastada Simples e Viga Bi Apoiada, utilizando o LODM+PBL. Em todas as fases do processo de desenvolvimento serão utilizadas informações reais de dois estudos realizados. O primeiro ocorreu no segundo semestre de 2016 e o segundo no primeiro semestre de 2017.

4.1. Método geral para os estudos

O processo de desenvolvimento de OA geralmente é organizado em cinco fases: análise, *design*, desenvolvimento, implementação e avaliação (BRANSON et al., 1975). O modelo *Analysis, Design, Development, Implementation e Evaluation* (ADDIE) foi um dos primeiros modelos de projeto instrucional desenvolvidos e serve de referência para os demais modelos. No grupo de análise, definem-se atividades para a determinação dos objetivos educacionais e dos conhecimentos e habilidades dos aprendizes. Em projeto, ocorre o detalhamento dos objetivos educacionais, definição dos instrumentos de avaliação e material instrucional. A criação ou seleção do material didático realiza-se pelas atividades de desenvolvimento. A implementação trata da instrução propriamente dita, com os aprendizes. A efetividade da instrução é verificada por atividades de avaliação.

Considerando este processo, desenvolvemos dois OAs empregando o novo método definido no capítulo anterior, o LODM+PBL, e aplicamos estes OAs em turmas com alunos matriculados em disciplinas introdutórias a Computação em nossa instituição. O processo de desenvolvimento foi executado por um desenvolvedor de OA/especialista em Computação (autor desta dissertação) e um professor/coordenador do curso de Engenharia Civil.

4.2. Análise

Na fase de análise, realizamos reuniões entre os atores do processo de desenvolvimento (desenvolvedor e professor da área) para inicialmente definirmos um conteúdo específico de Engenharia ou “problemas” que poderiam ser utilizados como um tema para a atividade de PBL. Considerando o conteúdo visto no Ensino Médio e os cursos de Engenharia oferecidos no campus, escolhemos temas relacionados à Engenharia Civil. Colaborou para esta escolha o fato do professor/coordenador do curso de Engenharia ser familiarizado com os conceitos de Computação, facilitando a comunicação com o desenvolvedor de OAs e a definição de problemas adequados. Na nossa instituição oferecemos cursos de Engenharia Ambiental, Engenharia Civil, Engenharia de Alimentos e Engenharia Eletrônica.

Para a definição dos temas e problemas foram considerados: projeto pedagógico do curso (PPC), objetivos e requisitos educacionais, disciplinas e perfil dos alunos (alunos iniciantes nos cursos de Engenharias). Com base em tais informações e conceitos básicos de programação, foram definidos mapas conceituais, fornecendo uma compreensão comum da relação entre alguns conceitos de Engenharia Civil e de Computação em relação aos problemas escolhidos: viga engastada simples e viga bi apoiada, conforme apresentados na Figura 4.1 e Figura 4.2, respectivamente. À esquerda, foram definidos os conceitos de Computação e, à direita, aqueles relacionados a vigas. Além disso, existem proposições entre os conceitos de cada área e, especialmente, entre os conceitos de áreas distintas.

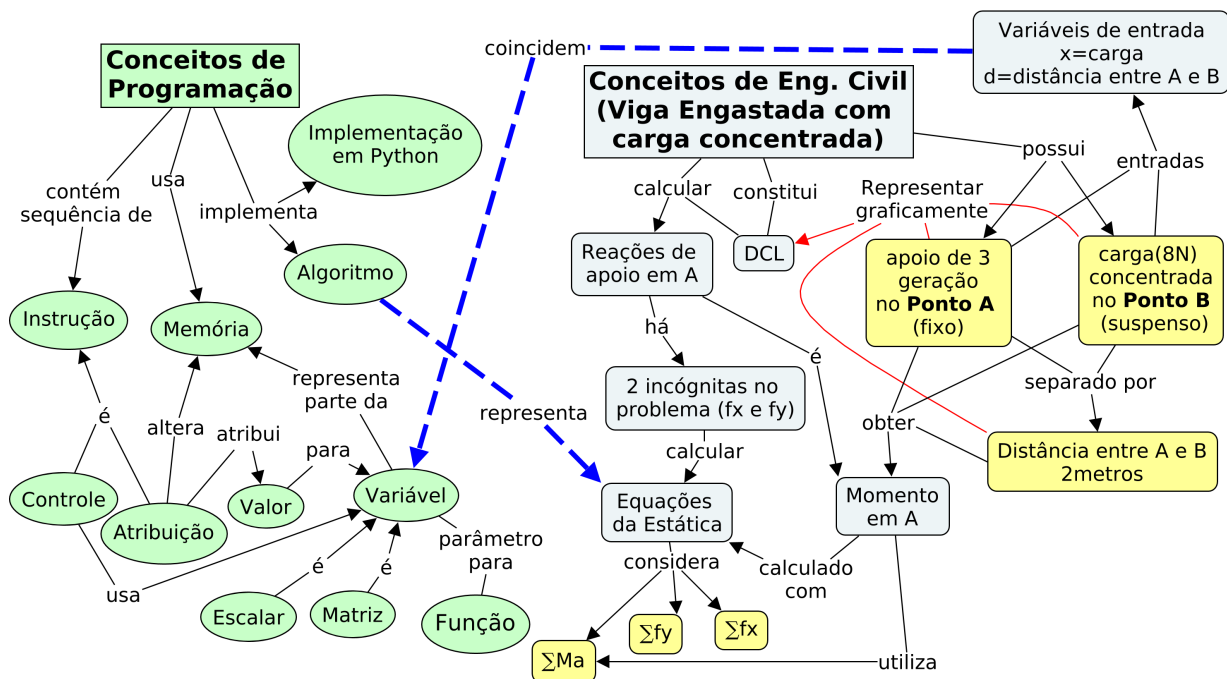


Figura 4.1. Modelo conceitual com conceitos de Programação e de viga engastada.

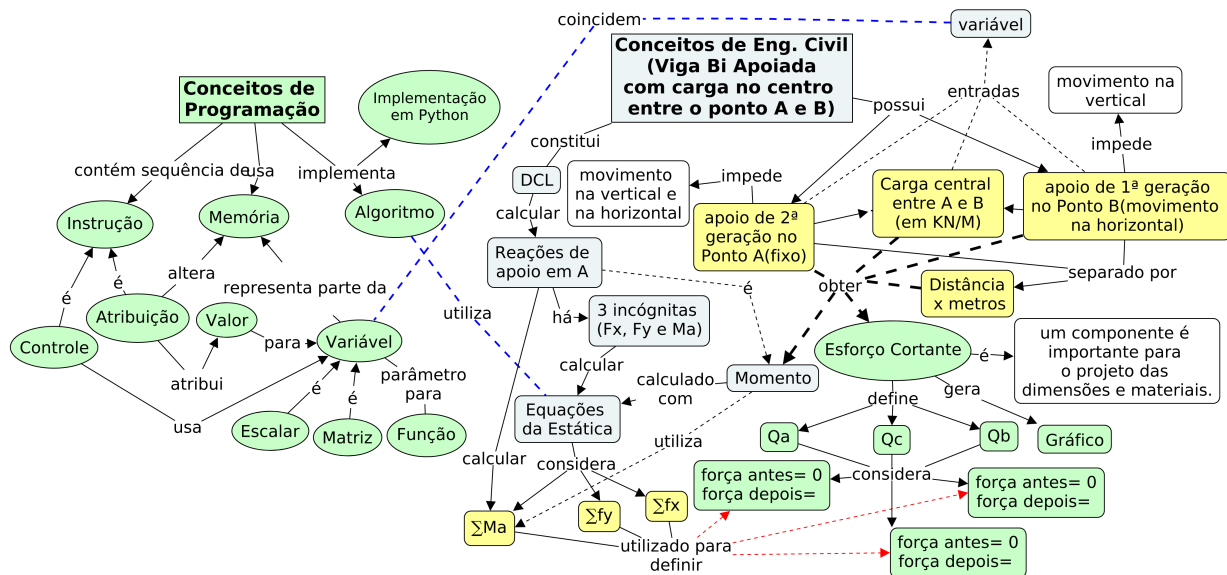


Figura 4.2. Modelo conceitual com conceitos de Programação e de viga bi apoiada.

Assim foi possível adequar conteúdos e conceitos que pudessem ser abordados como temas ou assuntos “problemas” para o desenvolvimento dos objetos de aprendizagem.

4.3. Design

Conhecidos os requisitos educacionais, iniciou-se o *Design*. Os problemas foram analisados considerando a bibliografia necessária para o assunto dos pontos de vista de Engenharia Civil e de Computação. Para cada conceito definido na Figura 4.1 e na Figura 4.2, foram identificados itens de informação, tais como as equações de estática necessárias para calcular o esforço e o momento nos pontos fixos de cada viga e também itens de informação referentes às variáveis (distância e carga) que podem ser usadas no algoritmo e em funções em *Python*, gerando os Diagrama de Corpo Livres (DCLs) mostrados na Figura 4.3 e na Figura 4.4.

A Figura 4.3 representa o esteriótipo problema Viga Engastada. Este esteriótipo é necessário para descrever o problema e seu enunciado, onde ponto A da viga esta fixado não permitindo movimento de translação e de rotação e o ponto B esta suspenso e a uma distância de 2 metros do ponto A. Ainda o ponto B tem uma carga concentrada de 8KN.

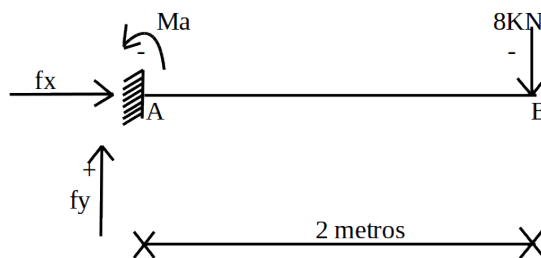


Figura 4.3. Diagrama de Corpo Livre representado viga engastada.

Da mesma forma, a Figura 4.4 representa o problema Viga BI Apoiada que tem o ponto A fixada e o ponto B apoiado é móvel, não permitindo o movimento na vertical. No exemplo, a distância entre os dois pontos é de 6 metros com uma carga de 10KN exatamente na metade da distância em 3 metros.

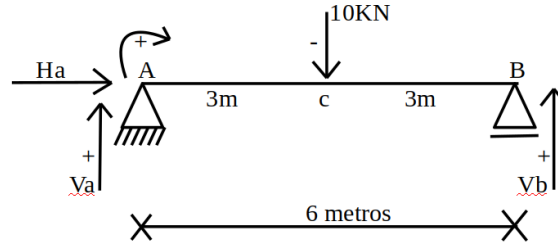


Figura 4.4. Diagrama de Corpo Livre representado viga bi apoiada.

O relacionamento entre conceitos foi usado para definir a estrutura de itens de informação. Após várias iterações e rascunhos desenvolvidos pelo desenvolvedor do OA e pelo especialista em Engenharia, criou-se o modelo instrucional, similar ao apresentado na Figura 4.5.

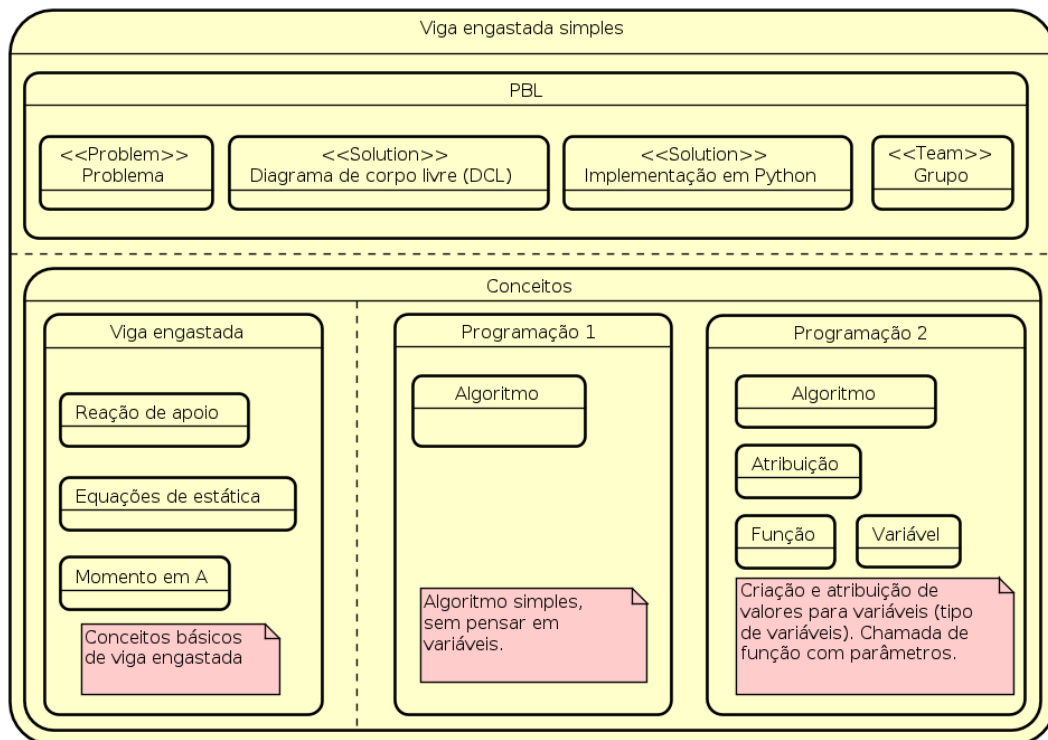


Figura 4.5. Modelo Instrucional - Viga engastada simples e Programação.

O modelo em si é um *statechart*, cujo principal estado é todo o OA. Os estados filho são definidos dentro de um estado, estabelecendo as partes necessárias da atividade instrucional. Cada estado tem pelo menos uma região, e cada região pode conter estados. As regiões são definidas por uma linha tracejada. Por exemplo, para *Viga Engastada Simples*, há

duas regiões: uma com o estado *PBL* e outro com o estado *Conceitos*. As regiões são relevantes porque cada uma possui seu próprio estado ativo, *i.e.*, várias partes do modelo podem ser ativadas simultaneamente. No nosso modelo, as partes relacionadas ao problema estão ativas ao mesmo tempo que os conceitos de Engenharia Civil e Computação (representados pelo estado *Conceitos*). Considerando ainda o estado *Conceitos*, ele tem duas regiões: uma com apenas um estado (*Viga engastada*) e outra com dois estados (*Programação 1* e *Programação 2*). Novamente, os conceitos de Engenharia Civil (reação de apoio, momento em A, equações estáticas) devem ser considerados dentro da atividade PBL ao mesmo tempo em que os conceitos de Programação (algoritmos, variáveis, atribuições e funções) devem ser estudados para resolver o problema.

Depois de desenvolver alguns OAs usando PBL, podemos observar que o modelo instrucional tem um padrão. O estado principal, que representa o OA, tem duas regiões, cada uma com um estado: uma para o problema e outra para os conceitos necessários para resolver o problema. Isso significa que o problema e os conceitos são simultaneamente exigidos ou mostrados pelo OA. O estado dos conceitos é ainda organizado em duas regiões: uma para conceitos relacionados à Engenharia (ou área correspondente para o problema em questão) e outra para os principais conceitos a serem desenvolvidos na atividade (no nosso caso, conceitos de Computação). A última região, uma vez que requer aprender mais conceitos, é organizada em diversos estados. Cada estado deve exigir mais conceitos do que os irmãos. Por exemplo, o estado *Programação 1* é mais simples que *Programação 2*. Esta configuração suporta a atividade de aprendizagem, levando os grupos a criarem soluções mais complexas ao longo da atividade PBL.

Concluída a especificação do modelo instrucional, que aborda a estrutura da aprendizagem, ainda faltam informações sobre o sequenciamento. Por exemplo, quando o estado *Conceitos* está ativo, apenas um estado de cada região está ativo. Para regiões com apenas um estado, isso é trivial. No entanto, quando há mais de um estado por região, como é o caso de *PBL*, *Viga engastada*, *Programação 1* e *Programação 2*, devemos definir qual estado deve estar ativo ao entrar na região. O modelo de interação define a sequência final dos estados, estabelecendo estados padrão ou deixando-o livre para que o usuário do OA escolha qual estado deve estar ativo. Os estados padrões são definidos com o elemento de estado inicial (círculo preto). Por exemplo, conforme mostrado na Figura 4.6, o estado inicial para conceitos de Computação deve ser *Programação 1*. Se estiver configurando um estado inicial, também devemos definir as transições entre os estados: depois de completar *Programação 1*, a transição para o estado *Programação 2* é ativada. Alternativamente, em vez de definir um estado inicial, podemos deixar o usuário escolher qual estado deve estar ativo. Isso pode ser configurado usando o estereótipo DD (*Dynamically Defined*).

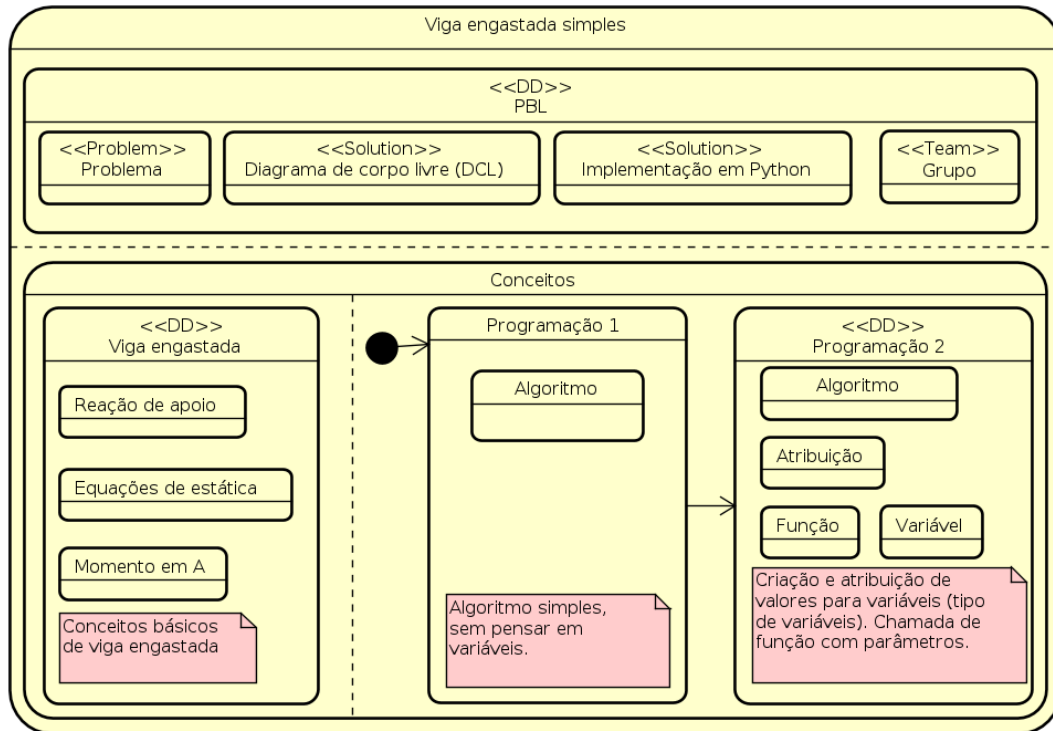


Figura 4.6. Modelo de interação - Viga engastada simples e Programação.

4.4. Desenvolvimento

Na fase de desenvolvimento, considerando o modelo conceitual, o modelo instrucional e o modelo de interação, o desenvolvedor criou os objetos de aprendizagem – Viga Engastada¹ (aplicado no segundo semestre de 2016) e Viga Bi apoiada² (aplicado no primeiro semestre de 2017).

Também foram criados pacotes para cada objeto de aprendizagem, compostos de artefatos que serão utilizados pelos alunos e pelos os professores/tutores na fase de implementação (uso do OA para a atividade PBL).

O pacote para os alunos foi composto de:

- Um guia para atividades do aluno (OA), descrevendo o problema, mostrando um mapa conceitual e fornecendo instruções (Figura 4.7). Esta figura está ampliada no Apêndice B.1;
- Modelos para submissão de relatórios parcial e final (Tabela 4.1); e
- Também foi disponibilizado vários materiais para consulta e melhorar entendimento do assunto para a resolução do problema.

¹ OA desenvolvido está disponível em <https://github.com/NarciNogueira/OA_Viga-engastada/>

² OA desenvolvido está disponível em <https://github.com/NarciNogueira/OA_Viga-BI-APOIADA/>

PACOTE PARA O ALUNO.

Unidade Instrucional 1: Objeto de Aprendizagem (OA) com elementos de PBL (Problem Based Learning) para o curso de Engenharia Civil, incluindo elementos de PBL no LODM (Learning Object Development Method).

Problema 1: Viga engastada com carga concentrada.

Tema

Desenvolvimento de um diagrama de corpo livre (DCL) e um algoritmo simples com os passos para a solução do Problema.

Problema

Viga engastada simples com dois pontos, sendo que o primeiro é o apoio (A) e o segundo é onde esta concentrada a carga (B). A carga de -8N esta **concentrada** no ponto B (livre = é uma viga em balanço) à 2 metros do ponto A (fixo = encaixada). No ponto A o apoio é de terceiro gênero (restringe 3 movimentos = na horizontal, na vertical e rotação). OBS. o valor da carga é negativo devido ao sentido (para baixo).

Modelo Conceitual

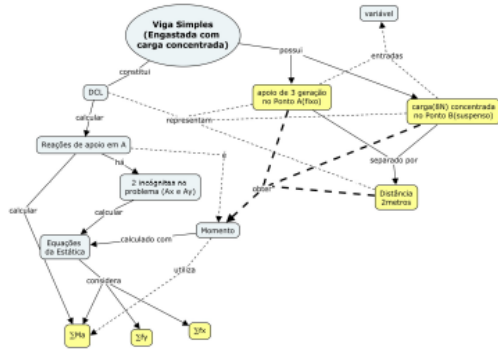


Diagrama de corpo livre -- O DCL é uma representação do corpo com as forças atuantes sobre o mesmo.

ALGORITMO:

- "Algoritmo é uma sequência de passos que visa atingir um objetivo bem definido" (Forbellone, 1999);
- "Algoritmo é a descrição de uma sequência de passos que deve ser seguida para a realização de uma tarefa" (Ascencio, 1999);
- "Algoritmo são regras formais para obtenção de um resultado de um problema, englobando fórmulas e expressões aritméticas" (Manzano, 1997).

Passos para a construção de algoritmos:

1. Compreender completamente o problema a ser resolvido destacando os pontos mais importantes;
2. Definir os dados de entrada, ou seja, quais dados serão fornecidos para a solução do problema;
3. Definir o processamento, ou seja, quais cálculos serão efetuados e quais as restrições para esses cálculos;
4. Definir os dados de saída, ou seja, quais dados serão gerados após o processamento;
5. Construir o algoritmo de alguma maneira;
6. Testar o algoritmo utilizando simulações (teste de mesa).

Produto / Resultado

A equipe deve enviar um e-mail com o produto final para o seu tutor (narci@utfpr.edu.br) até às 18 horas do dia 11/11/2016, anexando o arquivo compactado com o **DCL** e o **algoritmo** (GrupoX.zip). O algoritmo deve estar o mais detalhado possível conforme instruções.

ANEXO.

MAPA INSTRUCIONAL -- Solução Viga Engastada:

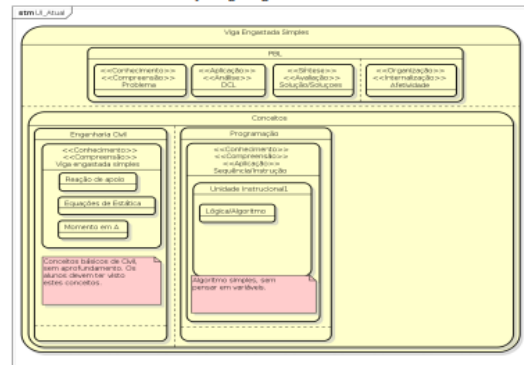


Figura 4.7. Pacote alunos - OA.

O modelo de relatório apresentado na Tabela 4.1 foi baseado nas sete etapas propostas por Deelman e Hoeberigs (2009) para sistematizar a atividade PBL.

O pacote para os professores/tutores foi composto de:

- Um guia para atividades do aluno (OA), descrevendo o problema, mostrando um mapa conceitual e fornecendo instruções (Figura 4.8 e Figura 4.9). Estas figuras estão ampliadas no Apêndice B.2;
- Modelos para submissão de relatórios parcial e final (Tabela 4.1);
- Um esquema da atividade (Esquema de aula), como mostrado na Tabela 4.2. O objetivo do esquema é apoiar o tutor para a aplicação dos OAs; e
- Também foi disponibilizado vários materiais para consulta e melhorar entendimento do assunto para a resolução do problema.

Tabela 4.1. Pacote alunos - Modelo Relatório.

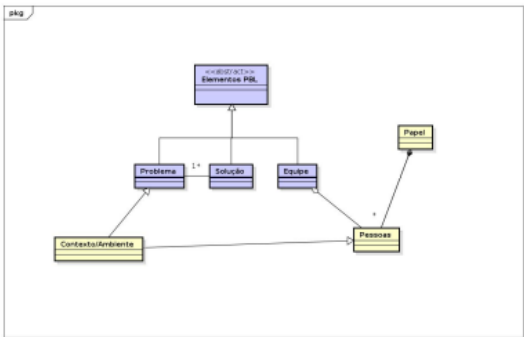
Relatório Parcial. Grupo :				
1. Defina o problema:				
Com relação ao Problema		Com relação ao trabalho em grupo		
2-Possíveis causas	3-Pontos chaves (fatos)	4-Questões de pesquisa	5-Estratégias de Pesquisa	
Identifique possíveis causas do problema proposto pelo enunciado. Discussão do problema e formulação de hipóteses para resolvê-lo.	Informações importantes sobre o problema. Formulação dos objetivos de aprendizagem e os assuntos que devem ser estudados para a resolução do problema com base nos conhecimentos prévios.	Conceitos e assuntos relevantes para solução do problema, que devem ser pesquisados.	Planeje como o grupo irá buscar informações, relevantes para resolver o problema: o quê? Quem? Quando? Onde?	
1)-Coordenador	2)-Relator	3)-Membro	4)-Membro	5)-Membro
RA:	RA:	RA:	RA:	RA:

OBJETO DE APRENDIZAGEM (OA)
Engenharia Civil (Viga engastada com carga concentrada)

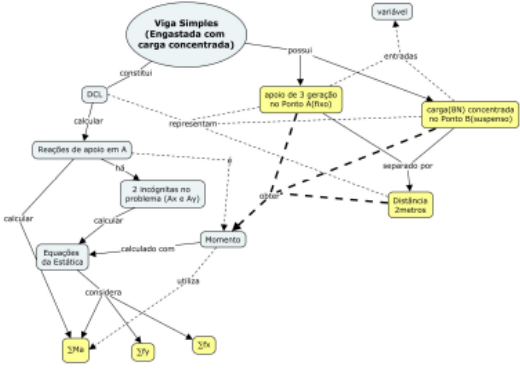
PACOTE PARA O PROFESSOR/TUTOR (planejamento para o professor).
<https://www.dropbox.com/1sd7AACT4mbIZwXGPssfF053KV8ag0x4dTarVM>

Aula 1:
 O professor/tutor deve dividir as equipes (5 alunos) e definir o coordenador e o relator do grupo.
 Ainda o professor/tutor deve explicar o exercício/problema (viga engastada simples) e seu relacionamento com os conceitos das áreas (Civil e Programação) introduzindo ainda o conceito de *Problem Based Learning - PBL*.

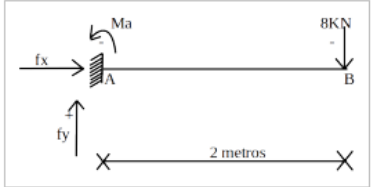
- PBL** → A ideia principal da PBL é buscar que o próprio aluno construa seu conhecimento e que ele se interesse em resolver o problema antes de receber os conteúdos, mudando assim sua postura no aprender. Assim o aluno adquire uma autonomia e mostra que pode compreender determinados assuntos ou conhecimentos com sua própria visão, mas o professor acompanha todo o processo para avaliar ou validar o conhecimento adquirido.
<https://www.youtube.com/watch?v=DjixDNV5uzM> 7:40 (a ser mostrado para os alunos).
[Mapa Instrucional Elementos PBL](#).



- Problema** → Viga engastada simples com dois pontos, sendo que o primeiro é o apoio (A) e o segundo é onde esta concentrada a carga (B). A carga de -8N esta concentrada no ponto B (livre = é uma viga em balanço) à 2 metros do ponto A (fixo = encaixada). No ponto A o apoio é de terceiro gênero (restringe 3 movimentos = na horizontal, na vertical e rotação). OBS. o valor da carga é negativo devido do sentido (para baixo). [Mapa Conceitual Viga Engastada](#).



- DCL** → O diagrama de corpo livre é uma representação do corpo com as forças atuantes sobre o mesmo. [DCL.jpg](#)



- Solução** → Como resultado da primeira aula, o tutor deverá avaliar o grupo conforme Taxonomia de Bloom (material abaixo). Os produtos serão:
 - o diagrama de corpo livre (DCL);
 - um algoritmo simples com os passos para a solução do Problema
- Afetividade** → Conforme Taxonomia de Bloom, o tutor deverá ESTIMULAR os alunos referente a Recepção, Resposta, Valorização, Organização e Internalização.
- Taxonomia de Bloom** → Na Taxonomia de Bloom a dimensão Cognitiva é estruturada em níveis de complexidade crescente – do mais simples ao mais complexo – e isso significa que para adquirir uma nova habilidade pertencente ao próximo nível, o aluno deve ter dominado e adquirido a habilidade do nível anterior. [Níveis Bloom](#). [Mapa Conceitual Taxonomia Bloom](#).

Figura 4.8. Pacote Professores/Tutores - OA - página 1.

8. Avaliação
5. Síntese
4. Análise
3. Aplicação
2. Compreensão
1. Conhecimento

Conceitos de Engenharia Civil – Os alunos devem ter visto estes conceitos em sala de aula com os professores da Civil, também será disponibilizado material em PDF - Livro [Introdução à Isostática viga](#) e [Livro Introdução à Isostática](#). [Mapa Conceitual Conceitos Civil Prog](#).

Reação de Apoio – as reações se opõem à tendência de movimento devido às cargas aplicadas, resultando um estado de equilíbrio estável.
Equações de Estática – A estática, parte da Mecânica Clássica é a teoria do equilíbrio das forças. Tem como finalidade o estudo das condições ou relações entre as forças que, atuando num corpo ou sistema de corpos, implicam em equilíbrio. A estática, aplicada à engenharia, é utilizada para a análise e dimensionamento de estruturas e também para cálculo de suas deformações;

- Momento em A** – O momento de uma força em relação a um ponto (eixo) é a grandeza física que dá uma medida da tendência de aquela força provocar rotação em torno de um ponto (eixo).
- Conceitos de Programação** – Lógica de programação/Algoritmo -- introdução do assunto utilizando apresentação de slides (CV32A-Aula02_N.odp) e anotações no quadro;
- Lógica / Algoritmo:** Algoritmo é a especificação da sequência ordenada de passos que deve ser seguida para a solução de um problema ou para a realização de uma tarefa, garantindo a sua repetibilidade. **Pseudocódigo** – Forma de representação de algoritmos que se assemelha muito ao modo como os programas são escritos. Esta forma de representação permite que os algoritmos nela representados possam ser traduzidos, quase que diretamente, para uma linguagem de programação.
- Passos para a construção de algoritmos:**
 1. Compreender completamente o problema a ser resolvido destacando os pontos mais importantes;
 2. Definir os dados de entrada, ou seja, quais dados serão fornecidos para a solução do problema;
 3. Definir o processamento, ou seja, quais cálculos serão efetuados e quais as restrições para esses cálculos;
 4. Definir os dados de saída, ou seja, quais dados serão gerados após o processamento;
 5. Construir o algoritmo de alguma maneira;
 6. Testar o algoritmo utilizando simulações (teste de mesa).

ANEXO
MAPA INSTRUCIONAL – Solução Viga Engastada:

Figura 4.9. Pacote Professores/Tutores - OA - página 2.

O segmento de aula (Tabela 4.2) tem a finalidade de auxiliar o professor/tutor na condução das Unidades Instrucionais. A maioria dos segmentos de aula é conduzida pelos alunos em seus grupos, cabendo ao tutor a participação em momentos rápidos para não influenciar ou direcionar os alunos, permitindo assim a real busca pelo conhecimento.

Tabela 4.2. Segmento da Aula 1.

Segmento de aula	Tempo	Dinâmica da aula	Atividade
1	10 min	Conduzida pelo professor	Explicação sobre PBL e sobre o Problema (vídeo, etc) Divisão dos grupos
2	45 min	Conduzida pelos alunos	Definição dos papéis (Coordenador/Lider, Relator) Conversa sobre a visão de cada membro e divisão das tarefas Resolução do Problema, Elaboração do relatório parcial
3	10 min	Conduzida pelo professor	Debate entre professor e alunos Síntese do professor
4	5 min	Conduzida pelos alunos	Entrega do relatório parcial ou definição de data para enviar o produto da atividade.

4.5. Implementação

Com os objetos de aprendizagem criados, procedeu-se à utilização destes em turmas dos primeiros períodos dos cursos de Engenharia do Campus Campo Mourão da UTFPR. As atividades foram planejadas para durar dois dias (com intervalo de sete dias entre eles), fora de horário de aula dos cursos de graduação, viabilizando a livre participação dos alunos, possibilitando assim considerar o fator motivacional destes alunos em participar de uma forma de aprender diferente do tradicional. Os estudos fizeram parte de duas atividades de extensão protocoladas junto ao Departamento de Extensão (DEPEX).

Para os dois estudos foram convidados alunos dos cursos de Engenharia Civil, Engenharia de Alimentos e Engenharia Ambiental, que cursavam disciplinas de Computação (Fundamentos de Programação e Computação I). Na matriz curricular destes cursos, estas disciplinas estão colocadas nos primeiros ou nos segundos períodos.

No primeiro estudo, acontecido no segundo semestre de 2016, 124 alunos foram convidados. Após o período de inscrição, 9 alunos confirmaram a participação e 7 efetivamente participaram das atividades. No segundo estudo, executado no primeiro semestre de 2017, 128 alunos foram convidados, dos quais doze participações confirmadas e cinco efetivamente compareceram das atividades, conforme apresenta a Tabela 4.3.

Tabela 4.3. Participação nos Estudos.

ALUNOS	ANOS	
	2016	2017
Alunos convidados	124	128
Alunos que se inscreveram	9	12
Alunos que participaram	7	5

Para cada atividade ou encontro acontecido nos estudos, uma UI – parte dos objetos de aprendizagem criados (Objeto de aprendizagem sobre viga engastada simples e Objeto de aprendizagem sobre viga bi apoiada) – foi entregue aos alunos. Cada atividade foi estruturada de forma semelhante, com dois encontros distantes 7 dias um do outro. Portanto para cada estudo, duas atividades ou unidades instrucionais foram utilizadas.

No primeiro dia, o professor/tutor explicou sobre PBL, pois nossos alunos não conheciam essa abordagem de ensino e estavam mais familiarizados com a forma tradicional de aula. Depois disso, o professor/tutor organizou os alunos em grupos e distribuiu o pacote dos alunos. Cada grupo, entre os membros e sem interferência do tutor, elegeu e atribuiu os papéis de coordenador e relator, sendo o coordenador responsável por organizar as atividades definidas no segmento de aula e o relator por tomar notas e escrever os relatórios parcial e final. Depois de definir os papéis, cada grupo discutiu o problema e investigou soluções. Uma vez que essas tarefas foram concluídas, os resultados foram mostrados para todos os alunos

e o tutor resumiu os resultados. Finalmente, os alunos prepararam o relatório parcial, que continha o diagrama de corpo livre e o algoritmo desenvolvido pelo grupo para resolver o problema.

No segundo dia, o tutor explicou novamente sobre PBL, resolvendo qualquer dúvida levantada pelos alunos no primeiro dia. Em seguida, o mesmo problema abordado no dia anterior foi considerado, mas agora tendo em conta novos conceitos de Computação. Cada grupo melhorou seu algoritmo, aumentando sua solução considerando novos conceitos de Computação, tais como variáveis, atribuições e funções. A nova solução poderia abordar não apenas uma instância específica do problema, mas qualquer instância, dado os valores de entrada das forças.

Para o relatório final e produto final, além do algoritmo, eles também forneceram uma implementação em *Python* do algoritmo e responderam um questionário sobre os OAs que eles usaram e a atividade PBL.

4.5.1. Objeto de aprendizagem sobre viga engastada simples

O objeto de aprendizagem sobre viga engastada simples foi organizado em duas Unidades Instrucionais (UI). Podemos considerar que cada UI é um novo OA, considerando que em cada execução das UIs tem um resultado ou produto final. Em linhas gerais, a Tabela 4.4 apresenta de forma mais clara as duas UIs com os temas, descrição do problema (mesma das duas UIs) e os Produtos Finais/Resultados (o que efetivamente os grupos tinham que fazer e entregar).

Primeira unidade instrucional

Antes da entrega da primeira unidade instrucional, foi realizada uma breve explicação de como seria a atividade. Dois vídeos sobre a metodologia PBL foram exibidos nos primeiros 10 minutos. Em seguida, os alunos foram distribuídos em dois grupos, sendo um grupo com 4 e outro com 3 alunos (os alunos elegeram o Coordenador e o Relator). Como o problema de viga engastada é tipicamente abordado em Engenharia Civil, cuidado foi tomado para que pelo menos 1 alunos de Engenharia Civil estivesse em cada grupo.

No primeiro dia iniciou-se então a atividade sobre a viga engastada, entregando-se o OA, que apresentava o problema e relacionava conceitos elementares de programação. A atividade teve duração de 70 minutos. Alguns questionamentos dos grupos foram feitos durante a atividade e todos foram respondidos no momento planejado no esquema de aula.

Após 70 minutos, o relator do grupo entregou o relatório parcial da primeira unidade instrucional e no dia seguinte, enviou um e-mail anexando diagrama de corpo livre (DCL) e o algoritmo desenvolvido pelo grupo e que soluciona o problema. Com isso o primeiro encontro foi considerado finalizado. Ainda os alunos estavam cientes do que aconteceria no segundo

Tabela 4.4. Objeto de aprendizagem sobre viga engastada simples.

OBJETO DE APRENDIZAGEM SOBRE VIGA ENGASTADA SIMPLES	
<i>OBS: O OA foi organizado em duas unidades instrucionais (UI). Podemos considerar que cada UI é um novo OA. Segue as especificações de cada uma delas</i>	
Primeira Unidade Instrucional (UI1)	
Tema	Desenvolvimento de um diagrama de corpo livre (DCL) e um algoritmo simples com os passos para a solução do Problema
Descrição do Problema	Viga engastada simples com dois pontos, sendo que o primeiro é o apoio (A) e o segundo é onde esta concentrada a carga (B). A carga de -8N esta concentrada no ponto B (livre = é uma viga em balanço) à 2 metros do ponto A (fixo = encaixada). No ponto A o apoio é de terceiro gênero (restringe 3 movimentos = na horizontal, na vertical e rotação). <i>OBS. o valor da carga é negativo devido o sentido (para baixo).</i>
Produto Final/Resultado	O grupo deve enviar um e-mail com o produto final para o seu tutor (narci@utfpr.efu.br) até às 18 horas do dia 11/11/2016, anexando o arquivo compactado com o DCL e o algoritmo (GrupoX.zip). O algoritmo deve estar o mais detalhado possível conforme instruções
Segunda Unidade Instrucional (UI2)	
Tema	Acrescentar ao algoritmo os conceitos de programação de variáveis e atribuição de valores a estas variáveis utilizando os valores correspondentes ao problema e desenvolver uma função em Python resolvendo o problema
Descrição do Problema	Mesma descrição da UI1
Produto Final/Resultado	O grupo enviar um e-mail com o produto final para o seu tutor (narci@utfpr.efu.br) até às 18 horas do dia 18/11/2016, anexando o arquivo compactado com: – Algoritmo contendo os conceitos de programação de variáveis e atribuição de valores a estas variáveis utilizando os valores correspondentes ao problema e – Código Python com a função resolvendo o problema.

encontro e foram alertados do incremento dos conceitos de Computação e também do maior grau de dificuldade.

O coordenador, representando um dos grupos, relatou ao tutor que tinham organizado um grupo em redes sociais para trocarem informações pesquisadas e também, caso preciso, horários para reuniões presenciais foram agendados.

Segunda unidade instrucional

Após uma semana a segunda unidade instrucional foi iniciada com a entrega do OA. Os detalhes do PBL foram lembrados nos primeiros 10 minutos e os vídeos utilizados na unidade instrucional 1 foram reprisados. Tudo aconteceu dentro do programado no esquema de aula.

Alunos entregaram relatório final e como produto final da atividade PBL foi entregue a código *Python* com a Função de resolveria o problema. Tudo foi analisado pelo tutor e os resultados estão na Seção 4.6. Também neste último encontro os alunos responderam um questionário (Apêndice A.1 e Apêndice A.2) avaliando tanto o objeto de aprendizagem quanto a atividade de PBL.

Os alunos consideram a atividade parcial como estimuladora e os conceitos iniciais de programação foram mostrados de maneira diferente e mais leves do que a forma tradicional de aula em laboratório.

4.5.2. Objeto de aprendizagem sobre viga bi apoiada

O objeto de aprendizagem sobre viga bi apoiada também foi organizado em duas Unidades Instrucionais (UI). A Tabela 4.5 mostra a divisão das UIs com os temas, descrição do problema (mesma das duas UIs) e os Produtos Finais/Resultados (o que efetivamente os grupos tinham que fazer e entregar).

Tabela 4.5. Objeto de aprendizagem sobre viga bi apoiada.

OBJETO DE APRENDIZAGEM SOBRE VIGA BI APOIADA	
<i>OBS: O OA foi organizado em duas unidades instrucionais (UI), podemos considerar que cada UI são novos OAs. Segue as especificações de cada uma delas</i>	
Primeira Unidade Instrucional (UI1)	
Tema	Desenvolvimento de um diagrama de corpo livre (DCL) e um algoritmo simples com os passos para a solução do Problema
Descrição do Problema	Viga BI APOIADA (Estrutura isostática) com dois pontos, sendo que o primeiro ponto (A) é fixo e de segundo gênero (restringe 2 movimentos = na horizontal e na vertical) e o segundo ponto (B) é móvel e de primeiro gênero (restringe 1 movimento = na vertical). A carga de -10KN esta exatamente no centro entre os pontos A e B. Fazer as equações de equilíbrio (Equações da Estática).
Produto Final/Resultado	O grupo deve enviar um e-mail com o produto final para o seu tutor (narci@utfpr.efu.br) até às 18 horas do dia 07/04/2017, anexando o arquivo compactado com o DCL e o algoritmo (GrupoX.zip). O algoritmo deve estar o mais detalhado possível conforme instruções
Segunda Unidade Instrucional (UI2)	
Tema	Acrescentar ao algoritmo os conceitos de programação de variáveis e atribuição de valores a estas variáveis utilizando os valores correspondentes ao problema e desenvolver uma função em Python resolvendo o problema
Descrição do Problema	Mesma descrição da UI1
Produto Final/Resultado	O grupo enviar um e-mail com o produto final para o seu tutor (narci@utfpr.efu.br) até às 18 horas do dia 11/04/2017, anexando o arquivo compactado com: Algoritmo contendo os conceitos de programação de variáveis e atribuição de valores a estas variáveis utilizando os valores correspondentes ao problema e Código Python com a função resolvendo o problema.

Primeira unidade instrucional

Também antes da entrega da primeira unidade instrucional, foi realizada uma breve explanação de como seria a atividade. Dois vídeos sobre a metodologia PBL foram exibidos nos primeiros 10 minutos. Em seguida, os alunos foram distribuídos em um grupo com 5 alunos (os alunos elegeram o Coordenador e o Relator).

Iniciou-se então a atividade sobre a viga engastada, entregando-se o OA, que apresentava o problema e relacionava conceitos elementares de programação. A atividade teve duração de 70 minutos. Alguns questionamentos dos grupos foram feitos durante a atividade e todos foram respondidos no momento planejado no esquema de aula.

Após 70 minutos, o relator do grupo entregou o relatório parcial da primeira unidade instrucional e no dia seguinte, enviou um e-mail anexando diagrama de corpo livre (DCL) e o algoritmo desenvolvido pelo grupo e que soluciona o problema. Com isso o primeiro encontro foi considerado finalizado. Ainda os alunos estavam cientes do que aconteceria no segundo encontro e foram alertados do incremento dos conceitos de Computação e também do maior grau de dificuldade.

Segunda unidade instrucional

Após uma semana, foi realizada nova atividade, entregando-se a segunda unidade instrucional. Os detalhes do PBL foram lembrados nos primeiros 10 minutos e os vídeos utilizados na unidade instrucional 1 foram reprisados, conforme o esquema da aula 2. O produto final esperado foi uma função em *Python* resolvendo o problema.

Finalizando a unidade instrucional 2, foi recebido o relatório final de cada grupo, acrescido do algoritmo contendo os conceitos de programação de variáveis e atribuição de valores à estas variáveis, utilizando os valores correspondentes ao problema e Código *Python* com a função resolvendo o problema.

4.6. Avaliação dos resultados

A fase de avaliação compreende a avaliação formativa – considerando o processo e os problemas resolvidos ao longo da atividade, e avaliação somativa – com foco no resultado dos objetivos educacionais após a conclusão da atividade. Em nosso caso, avaliamos o relatório parcial e o final para estes propósitos. Ao avaliar os relatórios, verificamos que os alunos cumpriram os objetivos educacionais estabelecidos para as atividades.

Também preparamos um questionário (Apêndice A.1) a ser respondido pelos alunos no final da fase de implementação (Apêndice A.2), com questões relativas aos OAs e à atividade PBL. Assim, os resultados desta fase forneceram subsídios não só para medir o ganho no conhecimento dos alunos, mas também para melhorar a atividade e os OAs. No questionário havia questões objetivas, utilizando a Escala Likert, onde o aluno escolhia uma opção conforme mostrado nas Tabelas a seguir. Foram 10 questões estruturadas da seguinte forma:

- **[Contexto]** – as duas primeiras perguntas do questionário buscava identificar em qual curso dos alunos e se estes alunos considerariam importante ou não a disciplina de

Programação em seus cursos. Na segunda o aluno pôde comentar sua resposta se assim desejasse;

- [Usabilidade do OA] – a terceira pergunta questionava o quão fácil ou difícil foi utilizar o OA. A quarta se os alunos entenderam a metodologia PBL. Nestas também os alunos puderam comentar suas respostas;
- [Trabalho em equipe] – a quinta e sexta perguntas indagavam sobre o aprendizado dos alunos trabalhando em grupo e como foi o aprendizado através da busca de conhecimento fora da sala de aula;
- [PBL] – a sétima e oitava, focavam na motivação dos alunos. Como eles se motivaram com os problemas que surgiram durante a atividade e como um problema relacionado à área do seu curso;
- [Avaliação - PBL] – a nona, solicitava ao aluno que desse uma nota para a atividade realizada; e
- [Auto avaliação] – a décima e última questão era um espaço para o alunos fazer uma auto avaliação de forma dissertativa.

Considerando os dois estudos, Viga Engastada Simples e Viga Bi Apoiada, analisamos as respostas do questionário e pudemos elaborar as tabelas a seguir. Dos 12 alunos que participaram dos estudos, 10 responderam o questionário (5 em 2016 e 5 em 2017). Os dois alunos que não responderam participaram do estudo em 2016 e, como deixamos os participantes livres para que fizessem toda atividade voluntariamente, também responder o questionário ficou opcional e esses dois, provavelmente, julgaram como não necessário respondê-lo.

As perguntas 1, 2 e 4, cujos resultados são apresentados na Tabela 4.6, buscaram identificar os cursos dos alunos, a percepção deles quanto à importância de Computação para o curso e do PBL. A maioria dos respondentes foi do curso de Engenharia Civil (6), sendo os restantes de Engenharia Ambiental (2) e de Alimentos (2). Consideraram como “Extremamente importante” 20% nos dois estudos. As respostas “Muito importante” e “Importante” se alternaram em 20% e 60% nos dois estudos – Viga Engastada 20% e 60% e Viga Bi Apoiada 60% e 20%, respectivamente. Quanto à compreensão do método PBL, 80% “Entenderam muito” e 20% “Entenderam” – Viga Engastada e 100% “Entenderam muito” em Viga Bi Apoiada.

Tabela 4.6. Análise Questionário – Perguntas 1, 2 e 4.

#	Questões	Viga engastada	Viga Bi Apoiada
01	Em qual Curso esta matriculado? () Engenharia Ambiental () Engenharia Civil () Engenharia de Alimentos	60% Engenharia Civil	60% Engenharia Civil
		20% Engenharia Ambiental	20% Engenharia Ambiental
		20% Engenharia de Alimentos	20% Engenharia de Alimentos
02	Qual a importância que você acha que a disciplina de Programação tem em seu curso? () Extremamente importante () Muito importante () Importante () Nada importante <i>Fique a vontade para comentar e resposta anterior.</i>	20% extremamente importante	20% extremamente importante
		20% muito importante	60% muito importante
		60% importante	20% importante
04	Quão bem você entendeu metodologia de Aprendizagem Baseada em Problemas (PBL)? () Não entendi nada () Entendi pouco () Entendi () Entendi muito <i>Fique a vontade para comentar e resposta anterior.</i>	80% entendi muito	100% entendi
		20%	
		entendi	

A Tabela 4.7 apresenta a pergunta em relação à usabilidade do OA, no primeiro OA, 80% avaliaram como facilmente compreensíveis e 20% “Difícil”, enquanto o segundo foi considerado difícil por 100% dos respondentes. Isso pode ser associado ao problema usado para o segundo OA, que foi mais complexo – envolvendo conceitos mais avançados da área de Engenharia Civil, e o perfil dos alunos: os da Engenharia Civil eram do 2º período enquanto os demais eram do 1º período.

Tabela 4.7. Análise Questionário – Pergunta 3.

#	Questões	Viga engastada	Viga Bi Apoiada
03	Quão fácil/difícil foi utilização do Objeto de Aprendizagem? () Muito difícil () Difícil () Fácil () Muito fácil <i>Fique a vontade para comentar e resposta anterior.</i>	80% fácil	100% difícil
		20%	
		difícil	

Analisando o aspecto motivacional de PBL, na pergunta 7, 40% consideraram “Ótimo” e “Bom” e 20% “Regular” em relação ao primeiro OA e 100% consideraram “Bom” o segundo OA. Já na pergunta 8, 60% consideraram que motivou muito e 40% que motivou o uso de problemas relacionados ao curso de Engenharia para orientar a atividade de aprendizado de Computação no primeiro OA e no segundo OA, 80% que “Motivou”, mas 20% que “Não motivou” – talvez por considerarem como “Difícil” a utilização do segundo OA, como apresentado na Tabela 4.8, onde 100% tiveram a mesma opinião.

Tabela 4.8. Análise Questionário – Perguntas 7 e 8.

#	Questões	Viga engastada	Viga Bi Apoiada
07	Como você avalia a motivação gerada pelos problemas apresentados durante o curso? () Péssimo () Ruim () Regular () Bom () Ótimo	40% ótimo	100% bom
		40% bom	
		20% regular	
08	Utilizar um problema relacionado ao seu curso te motivou a aprender programação? () Não motivou () Motivou pouco () Motivou () Motivou muito	60% motivou muito	80% motivou
		40% motivou	20% não motivou

Finalmente, indagamos sobre a experiência de aprendizado conforme questionário na Tabela 4.9. Na pergunta 5, 40% consideraram “Ótimo” e “Bom” e 20% “Regular” o aprendizado proporcionado trabalhando em grupo com seus colegas no primeiro OA. Já no segundo OA, 20% consideraram “Ótimo”, 60% “Bom” e 20% “Regular” - percentuais considerados homogêneos para os dois OAs.

Na pergunta 6, somente 20% consideraram “Ruim” o seu aprendizado através da busca de conhecimento fora da sala de aula – talvez por estarem acostumados com a metodologia tradicional de ensino. Mas 80% no primeiro OA e 100% no segundo, consideram “Bom” buscar o conhecimento fora da sala de aula.

Na pergunta 9, os alunos atribuindo uma nota para a atividade realizada, avaliando-a de acordo com as habilidades e os conteúdos adquiridos e a forma de aprendizado, 20% optaram pela nota 8 – 10 e 80% por 6 – 8 no primeiro OA. Já no segundo OA as notas foram 40% para 8 – 10 e 60% para 6 – 8.

Tabela 4.9. Análise Questionário – Perguntas 5, 6, 9 e 10.

#	Questões	Viga engastada	Viga Bi Apoiada
05	Como você avalia seu aprendizado trabalhando em grupo com seus colegas? ()Péssimo ()Ruim ()Regular ()Bom ()Ótimo	40% ótimo	20% ótimo
		40% bom	60% bom
		20% regular	20% regular
06	Como você classifica seu aprendizado através da busca de conhecimento extraclasse? ()Péssimo ()Ruim ()Regular ()Bom ()Ótimo	80% bom	100%
		20% ruim	
09	Dê uma nota para a atividade realizada (avalie-o de acordo com as habilidades e os conteúdos adquiridos e a forma de aprendizado). ()0 - 2 ()2 - 4 ()4 - 6 ()6 - 8 ()8 - 10	20% 8-10	40% 8-10
		80% 6-8	60% 6-8

Finalmente na pergunta 10 os alunos fizeram a auto avaliação e no geral, confirmaram nossa hipótese de que a abordagem PBL colabora para alcançar os objetivos educacionais propostos, estimulando o trabalho em equipe e a autonomia no processo de aprendizado. Os comentários a seguir corroboram com essas conclusões:

- “...eu gostei da abordagem de aprendizagem diferente porque, além de aprender a Computação, aprendi a resolver problemas em grupos...”
- “...no começo é confuso, mas depois da interação com membros do grupo e com o instrutor, tudo está claro”
- “Considerando o meu nível de conhecimento anterior, o método proposto PBL ajuda muito a motivar para aprender mais.”
- “Ter que conciliar os conceitos de cursos do programa de engenharia e aprender sobre um conteúdo diferente (Computação) não foi fácil, mas consegui aprender alguns conceitos, ... e aprender mais sobre Python.”
- “Pode ser melhor, pois é uma atividade curta, o que dificulta a adaptação à nova abordagem. No entanto, é muito interessante e deve ser aplicado a outros cursos.”

4.7. Considerações finais

Apresentamos neste capítulo dois estudos em que avaliamos a qualidade do uso dos OAs e a experiência na atividade PBL. Considerando a avaliação dos resultados mostrados na Seção 4.6, podemos dissertar sobre as conclusões no próximo capítulo.

Conclusões

Apresentamos nesta dissertação a aplicação do método de desenvolvimento LODM+PBL, baseados no LODM e adicionamos elementos de PBL (Figura 5.1) na criação de OA para ensino de Computação para cursos de Engenharia.

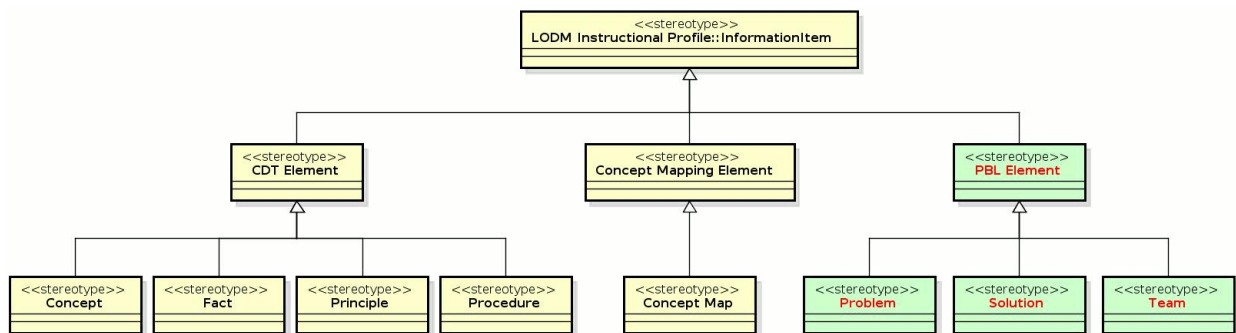


Figura 5.1. Elementos de PBL adicionados ao LODM.

Nosso objetivo foi o estabelecimento de um método de desenvolvimento de objetos de aprendizagem utilizando PBL no contexto de ensino de computação para Engenharias. Nossas metas foram:

- Estudar um método existente, o LODM, definindo requisitos para a modelagem em relação a PBL;
- Criar o método LODM+PBL que evoluiu do LODM, utilizando os requisitos de PBL; e
- Relatar a experiência da utilização do LODM+PBL para o desenvolvimento de OAs e o uso destes OAs.

O método foi estabelecido e identificado como LODM+PBL e para isso as metas foram realizadas com sucesso. Definimos os requisitos para a modelagem em relação a PBL estudando o LODM.

Além disso, foram realizados dois estudos utilizando os Objetos de Aprendizagem criados em turmas de primeiros e segundos períodos dos cursos de Engenharia de Alimentos, Engenharia Civil e Engenharia Ambiental no Campus Campo Mourão da UTFPR. Foram aplicadas duas unidades instrucionais, seguindo etapas planejadas, em que os produtos finais, relatórios parciais e finais e respostas dos questionários provêm indícios de que o modelo aperfeiçoado ao LODM e a metodologia PBL colaboram para o estímulo e melhora no entendimento dos objetivos educacionais propostos.

Analisando o desenvolvimento do objeto de aprendizagem, observou-se que o método auxiliou satisfatoriamente no entendimento das características e requisitos de PBL para criação e aplicação de objetos de aprendizagem. A definição de elementos no LODM para representar PBL foi uma das atividades importantes para o entendimento do método e para a criação de OAs completos e robustos, que atendam os fins educacionais das disciplinas de Computação e conseqüentemente do curso como um todo.

Destacamos que um artigo, fruto desta dissertação, foi publicado no XXXVII Congresso da Sociedade Brasileira de Computação com o título “Relato sobre o desenvolvimento e uso de objeto de aprendizagem com elementos de aprendizagem baseada em problemas no contexto de Computação para Engenharias” (SILVA; SILVA, 2017). Também dois Objetos de Aprendizagem foram criados:

- Viga engastada simples, disponível em <https://github.com/NarciNogueira/OA_Viga-engastada/>; e
- Viga Bi Apoiada, disponível em <https://github.com/NarciNogueira/OA_Viga-BI-APOIADA/>.

Embora os resultados tenham sido satisfatórios, talvez a quantidade de alunos que efetivamente participaram dos estudos seja uma ameaça a validade da implementação e, como estratégia para minimizá-la, faremos novos estudos com o cuidado para que a participação seja em maior número.

Também estamos desenvolvendo um novo OA com um problema mais complexo da área de Engenharia Civil que será implementado numa turma regular ainda neste segundo semestre de 2017.

Como trabalhos futuros planejamos realizar a avaliação do método LODM+PBL para que readequações, caso necessárias, sejam evidenciadas e efetivadas. Essa avaliação será feita como o desenvolvimento de novos OAs em outras áreas de conhecimento.

Referências

- AHERN, A. A. A case study: Problem-based learning for civil engineering students in transportation courses. *European Journal of Engineering Education*, v. 35, n. 1, p. 109–116, 2010. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1080/03043790903497328>>.
- ALBRIGHT, Paul. *Open Educational Resources Final Forum Report*. Paris, França, 2005. Internet Discussion Forum: Open Educational Resources - Open Content for Higher Education.
- ANDERSON, Lorin W.; KRATHWOHL, David R. (Ed.). *A Taxonomy for Learning, Teaching, and Assessing: A Revision of Bloom's Taxonomy of Educational Objectives*. New York, NY, EUA: Longman, 2001. 352 p.
- ARAÚJO, Débora da Conceição et al. O ensino de computação na educação básica apoiado por problemas: Práticas de licenciandos em computação. In: *XXXV Congresso da Sociedade Brasileira de Computação – XXIII WEI - Workshop sobre Educação em Computação*. Recife, PE, Brasil: SBC, 2015.
- ARIMOTO, Maurício Massaru. *Agile development of open educational resources*. Tese (Tese de Doutorado em Ciências de Computação e Matemática Computacional) — Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação, Universidade de São Paulo, 2016.
- ASTRACHAN, Owen; OSBORNE, R. Brook. Advanced placement computer science principles (ap csp): A report from teachers. In: *Proceedings of the 47th ACM Technical Symposium on Computing Science Education*. New York, NY, USA: ACM, 2016. (SIGCSE '16), p. 681–682. ISBN 978-1-4503-3685-7. Disponível em: <<http://doi.acm.org/10.1145/2839509.2844677>>.
- BARBOSA, Ellen Francine. *Uma Contribuição ao Processo de Desenvolvimento e Modelagem de Módulos Educacionais*. 253 p. Tese (Doutorado) — Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação – Universidade de São Paulo, São Carlos, SP, Brasil, mar. 2004.
- BARBOSA, Ellen Francine; MALDONADO, José Carlos. IMA-CID: an integrated modeling approach for developing educational modules. *Journal of the Brazilian Computer Society*, Springer, Heidelberg, Alemanha, v. 17, n. 4, p. 207–239, nov. 2011. ISSN 0104-6500, 1678-4804.
- BARROWS, H. S. A taxonomy of problem-based learning methods. *Medical Education*, Blackwell Publishing Ltd, v. 20, n. 6, p. 481–486, 1986. ISSN 1365-2923. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1111/j.1365-2923.1986.tb01386.x>>.
- BOND, Stephen T.; INGRAM, Caroline; RYAN, Steve. Reuse, repurposing and learning design - lessons from the DART project. v. 50, n. 2, p. 601–612, fev. 2008.

- BOSSE, Yorah; GEROSA, Marco Aurélio. As disciplinas de introdução à programação na USP: um estudo preliminar. In: *XXXV Congresso da Sociedade Brasileira de Computação – XXIII WEI - Workshop sobre Educação em Computação*. Recife, PE, Brasil: SBC, 2015. p. 1389–1397.
- BRANSON, Robert K. et al. *Interservice Procedures for Instructional Systems Development. Executive Summary and Model*. EUA, 1975. Disponível em: <<http://handle.dtic.mil/100.2/ADA019486>>.
- DEELMAN, A.; HOEBERIGS, B. A ABP no contexto da Universidade de Maastricht. In: ARAÚJO, Ulisses F.; SASTRE, Genoveva (Ed.). *Aprendizagem Baseada em Problemas no Ensino Superior*. [S.l.: s.n.], 2009. p. 79–100.
- FERREIRA, Aurélio Buarque de Holanda. *Dicionário Aurélio Básico da Língua Portuguesa*. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1988.
- FIGUERÊDO, Caliane de O. et al. Using pbl to develop software test engineering. *14th IASTED International Conference on Computers and Advanced Technology in Education (CATE 2011)*, 2011. Cambridge, UK.
- GIL, Antonio Carlos. *Didática do Ensino Superior*. São Paulo, SP, Brasil: Atlas, 2015. 304 p. ISBN 978-8522443925.
- HAREL, David. Statecharts: a visual formalism for complex systems. *Science of Computer Programming*, v. 8, n. 3, p. 231 – 274, 1987. ISSN 0167-6423. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/0167642387900359>>.
- HOFFBECK, J. P. et al. Teaching programming in the context of solving engineering problems. In: *2016 IEEE Frontiers in Education Conference (FIE)*. [S.l.: s.n.], 2016. p. 1–7.
- HOGERZEIL, Hans V et al. *Teacher's Guide to Good Prescribing*. Geneva : World Health Organization, 2001. Disponível em: <<http://www.who.int/iris/handle/10665/67010>>.
- KROLL, Per; KRUCHTEN, Philippe. *The Rational Unified Process Made Easy: A Practitioner's Guide to the RUP*. 1. ed. Boston, MA,EUA: Addison-Wesley Longman, 2003. 464 p. (Object Technology Series). ISBN 0-321-16609-4.
- MAHADEVAN-JANSEN, A. et al. A paradigm shift in the approach to freshman engineering education. In: *ASEE 2003 Annual Conference*. Nashville, Tennessee, EUA: ASEE, 2003. p. 11570–11585. ISSN 0190-1052.
- MAMEDE, Silvia. Aprendizagem baseada em problemas: Características, processos e racionalidade. In: *Aprendizagem baseada em problemas: anatomia de uma abordagem educacional*. Fortaleza, CE, Brasil: Hucitec, 2001. cap. 2, p. 27–48. ISBN 9788527105712.
- MERRILL, M. D. Component display theory. In: *Instructional Design Theories and Models: An Overview of their Current States*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum, 1983.
- NOVAK, Joseph Donald. *A theory of education*. Ithaca, NY,EUA: Cornell University Press, 1977. 295 p. ISBN 9780801411045.

- RIBEIRO, Luis R. de Camargo. *Aprendizagem baseada em problemas (PBL): uma experiência no ensino superior*. 1. ed. São Carlos, SP, Brasil: EdUFSCar, 2008. 151 p. ISBN 9788576001140.
- RODRIGUES, A. N.; SANTOS, S. C. dos. A framework for applying problem-based learning to computing education. In: *2016 IEEE Frontiers in Education Conference (FIE)*. [S.l.: s.n.], 2016. p. 1–7.
- SANT’ANNA, I.M. *Por que avaliar? como avaliar?: criterios e instrumentos*. 7. ed. Vozes, 2001. ISBN 9788532614261. Disponível em: <<https://books.google.com.br/books?id=iZ2fAAAACAAJ>>.
- SANTOS, Simone C. dos; FURTADO, Felipe; LINS, Walquíria. xpbl: A methodology for managing pbl when teaching computing. *IEEE Frontiers in Education Conference (FIE)*, 2014.
- SILVA, Flávia Zenaro Nogueira; BORGES, Marcos Augusto Francisco. PBL e robótica no ensino de conceitos de lógica de programação. In: *XXXVI Congresso da Sociedade Brasileira de Computação – XXIV WEI - Workshop sobre Educação em Computação*. Porto Alegre, RS, Brasil: SBC, 2016.
- SILVA, Marco Aurélio Graciotto. *LOD: uma abordagem para desenvolvimento de objetos de aprendizagem multimídias e interativos*. Tese (Doutorado) — Universidade de São Paulo, São Carlos, SP, Brasil, mar. 2012.
- SILVA, Marco Aurélio Graciotto; BARBOSA, Ellen Francine; MALDONADO, José Carlos. Model-driven development of learning objects. In: *41st ASEE/IEEE Frontiers in Education Conference*. Rapid City, South Dakota, EUA: IEEE, 2011. p. F4E–1–F4E–6. ISBN 9781612844671. ISSN 0190-5848.
- SILVA, Narci Nogueira da. *Desenvolvimento de objetos de aprendizagem com elementos de aprendizagem baseada em problemas no contexto de computação para Engenharias*. Dissertação (Proposta de Dissertação de Mestrado - PDM) — Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Fevereiro 2016. Disponível em: <<https://github.com/NarciNogueira/PDM>>.
- SILVA, Narci Nogueira da; SILVA, Marco Aurélio Graciotto. Relato sobre o desenvolvimento e uso de objeto de aprendizagem com elementos de aprendizagem baseada em problemas no contexto de computação para engenharias. In: *XXXVII Congresso da Sociedade Brasileira de Computação – XXV WEI - Workshop sobre Educação em Computação*. SBC, 2017. Disponível em: <<http://csbc2017.mackenzie.br/public/files/25-wei/5.pdf>>.
- SUN, L. et al. Hybrid course design: Leading a new direction in learning programming languages. In: *119th ASEE Annual Conference and Exposition*. San Antonio, TX, EUA: ASEE, 2012. p. 1–13. ISBN 9780878232413.
- WILEY, David A. *Learning Object Design and Sequencing Theory*. 131 p. Tese (Doutorado) — Department of Instructional Psychology and Technology – Brigham Young University, Provo, Utah, EUA, jun. 2000.
- WILEY, David A. Connecting learning objects to instructional design theory: A definition, a metaphor, and a taxonomy. In: . Digital Learning Environments Research Group, 2001a. cap. 1.1, p. 1–35. Disponível em: <<http://reusability.org/read/chapters/wiley.doc>>.

ZACHARY, Joseph L. Introduction to computing for engineers: New approaches to content and pedagogy. In: *26th Annual Conference on Frontiers in Education*. Piscataway, NJ, EUA: IEEE, 1996. p. 149–153. ISBN 0-7803-3348-9. ISSN 0190-5848.

Apêndices

Questionários

- Apêndice A.1 – Questionário dos alunos (3 páginas); e
- Apêndice A.2 – Respostas do questionário dos alunos (3 páginas).

A.1. Questionário dos alunos

Questionário alunos

Objeto de Aprendizagem (OA)

Prezado Aluno / Aluna, obrigado por colaborar com a pesquisa. Completar este breve questionário vai nos ajudar a obter os melhores resultados em relação ao Desenvolvimento de Objetos de Aprendizagem com elementos de Aprendizagem Baseada em Problemas no contexto de Computação para Engenharias.

*Obrigatório

1. Em qual Curso esta matriculado? *

Marcar apenas uma oval.

- Engenharia Ambiental
 Engenharia de Alimentos
 Engenharia Civil

2. Qual a importância da disciplina de Programação em seu curso? *

Marcar apenas uma oval.

- Extremamente importante
 Muito importante
 Importante
 Nada importante

3. Você teve dificuldade na utilização do Objeto de Aprendizagem? *

Marcar apenas uma oval.

- Sim
 Não

4. Fique a vontade para comentar a resposta anterior.

.....

5. Você entendeu o metodologia de Aprendizagem Baseada em Problemas (PBL)? *

Marcar apenas uma oval.

- Sim
 Não

6. Fique a vontade para comentar a resposta anterior.

.....

7. Como você avalia seu aprendizado durante a utilização do OA e o trabalho em equipe com os colegas? *

Marcar apenas uma oval.

- Péssimo
 Ruim
 Regular
 Bom
 Ótimo

8. Como você classifica seu aprendizado através da busca de conhecimento extraclasse? *

Marcar apenas uma oval.

- Péssimo
 Ruim
 Regular
 Bom
 Ótimo

9. Como você avalia a motivação gerada pelos problemas apresentados durante o curso? *

Marcar apenas uma oval.

- Péssima
 Ruim
 Regular
 Bom
 Ótima

10. Utilizar um problema relacionado ao seu curso te motivou a aprender programação? *

Marcar apenas uma oval.

- Não motivou
 Motivou pouco
 Motivou
 Motivou muito

11. Dê uma nota para a atividade realizada (avale-o de acordo com as habilidades e os conteúdos adquiridos e a forma de aprendizado). *

Marcar apenas uma oval.

- 0 - 2
 2 - 4
 4 - 6
 6 - 8
 8 - 10

12. Fique a vontade para comentar a resposta anterior.

.....
.....
.....
.....
.....

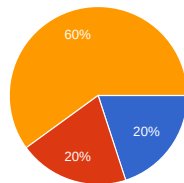
Powered by
 Google Forms

A.2. Respostas do questionário dos alunos

5 respostas

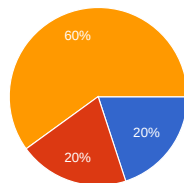
Resumo

Em qual Curso esta matriculado?



Engenharia Ambiental	1	20%
Engenharia de Alimentos	1	20%
Engenharia Civil	3	60%

Qual a importância que você acha que a disciplina de Programação tem em seu curso?



Extremamente importante	1	20%
Muito importante	1	20%
Importante	3	60%
Nada importante	0	0%

Fique a vontade para comentar a resposta anterior.

A disciplina de programação é importante para que os alunos que pensam em realizar algum projeto relacionado a programação possuam alguma base.

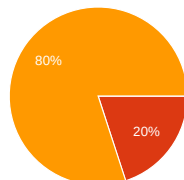
ela insentiva a busca por uma maneira de desenvolver a situação(problema)

Acredito que a disciplina de Programação seja importante para qualquer curso da Engenharia, visto que lidaremos com o cenário que o engloba no mercado de trabalho. Todavia penso que se faz necessário maior didática da parte dos professores, pois, muitas vezes a disciplina é jogada ao aluno como se ele já soubesse o básico para se programar, o que não acontece em muitos casos.

Considero importante para que se entenda como funciona a lógica computacional.

por estar no começo de curso ainda nao sei exatamente aonde poderia aplicar progamação ainda

Quão fácil/difícil foi a utilização do Objeto de Aprendizagem?



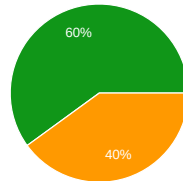
Muito difícil	0	0%
Difícil	1	20%
Fácil	4	80%
Muito fácil	0	0%

Fique a vontade para comentar a resposta anterior.

Eu particularmente prefiro o estilo de aprendizagem normal, com um tutor explicando e tirando duvidas, esse

estilo é mais para que os alunos tenham interesse de fazer suas pesquisas e aprenderem sozinho.
 como ja existia um conhecimento basico sobre o assunto nao houve tanta dificuldade por minha parte
 Uma forma diferente de se aprender, bastante dinâmico.

Quão bem você entendeu a metodologia de Aprendizagem Baseada em Problemas (PBL)?

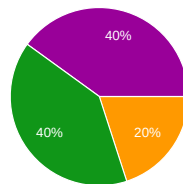


Não entendi nada	0	0%
Entendi pouco	0	0%
Entendi	2	40%
Entendi muito	3	60%

Fique a vontade para comentar a resposta anterior.

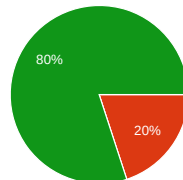
obtive um entendimento do metodo, porem acredito q ainda faltou algo para deixar mais claro
 Já fiz um treinamento com uma abordagem parecida, chamada "Design Thinking". O que contribuiu para maior aprendizagem do conteúdo programático.

Como você avalia seu aprendizado trabalhando em equipe com seus colegas?



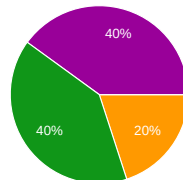
Péssimo	0	0%
Ruim	0	0%
Regular	1	20%
Bom	2	40%
Ótimo	2	40%

Como você classifica seu aprendizado através da busca de conhecimento extraclasse?



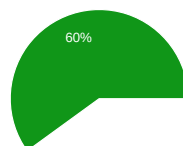
Péssimo	0	0%
Ruim	1	20%
Regular	0	0%
Bom	4	80%
Ótimo	0	0%

Como você avalia a motivação gerada pelos problemas apresentados durante o curso?



Péssima	0	0%
Ruim	0	0%
Regular	1	20%
Bom	2	40%
Ótima	2	40%

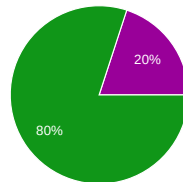
Utilizar um problema relacionado ao seu curso te motivou a aprender programação?



Não motivou	0	0%
Motivou pouco	0	0%

Motivou	2	40%
Motivou muito	3	60%

Dê uma nota para a atividade realizada (avalie-o de acordo com as habilidades e os conteúdos adquiridos e a forma de aprendizado).



0 - 2	0	0%
2 - 4	0	0%
4 - 6	0	0%
6 - 8	4	80%
8 - 10	1	20%

Faça uma auto avaliação?

Essa atividade mostrou o quão despreparados nós estamos em fazer algo relativamente sozinho, sem ajuda de um tutor, isso mostra que deveria ter mais incentivo desde a pré escola, para que no futuro nós conseguimos realizar esse tipo de atividade no dia a dia.

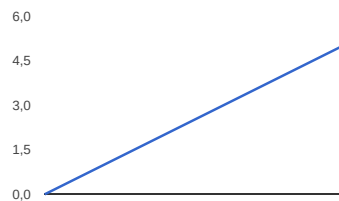
bom metodo, porem acredito que deva existir uma melhor introducao dele, assim demonstrando melhor a efetividade e a melhor forma de desenvolver o projeto

Devido ao fim de semestre, acabei não dando muito enfoque ao curso. Todavia, o problema relacionado e a metodologia utilizada me influenciaram a comparecer nas atividades presenciais e auxiliar os demais membros na busca por resultados eficientes. Acredito que poderia ter dado mais de mim.

Levando em consideração o meu nível de conhecimento, o método proposto auxiliaria bastante para motivar a aprender mais.

por ser uma materia que não tenho conhecimento fui levado a pesquisar com os colegas do grupo e tambem na internet.

Número de respostas diárias



Pacotes

- Apêndice B.1 – Pacote para o aluno - OA (2 páginas); e
- Apêndice B.2 – Pacote para o professor - OA (4 páginas).

B.1. Pacote para o aluno - OA

PACOTE PARA O ALUNO.

Unidade Instrucional 1: Objeto de Aprendizagem (OA) com elementos de PBL (*Problem Based Learning*) para o curso de Engenharia Civil, incluindo elementos de PBL no LODM (*Learning Object Development Method*).

Problema 1 : *Viga engastada com carga concentrada.*

Tema

Desenvolvimento de um diagrama de corpo livre (DCL) e um algoritmo simples com os passos para a solução do Problema.

Problema

Viga engastada simples com dois pontos, sendo que o primeiro é o apoio (A) e o segundo é onde esta concentrada a carga (B). A carga de $-8N$ esta **concentrada** no ponto B (livre = é uma viga em balanço) à 2 metros do ponto A (fixo = encaixada). No ponto A o apoio é de terceiro gênero (restringe 3 movimentos = na horizontal, na vertical e rotação).
OBS. o valor da carga é negativo devido o sentido (para baixo).

Modelo Conceitual

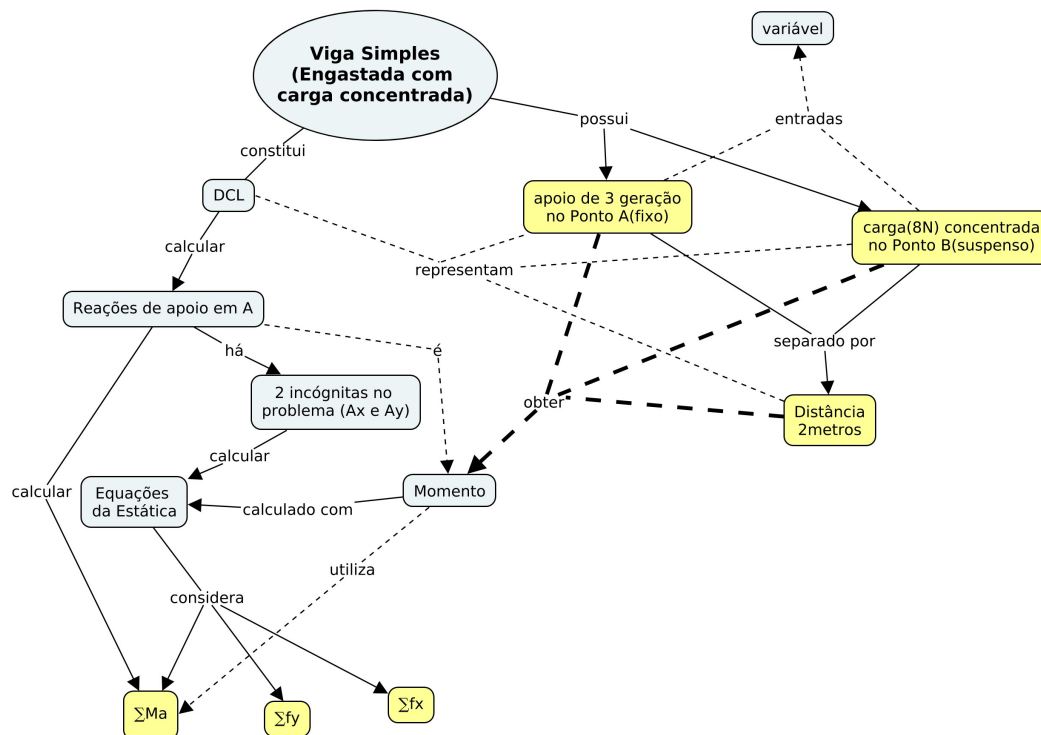


Diagrama de corpo livre → O DCL é uma representação do corpo com as forças atuantes sobre o mesmo.

ALGORITMO:

- “**Algoritmo** é uma sequencia de passos que visa atingir um objetivo bem definido” (Forbellone, 1999);
- “**Algoritmo** é a descrição de uma sequencia de passos que deve ser seguida para a realização de uma tarefa” (Ascencio, 1999);
- “**Algoritmo** são regras formais para obtenção de um resultado de um problema, englobando fórmulas e expressões aritméticas” (Manzano, 1997).

Passos para a construção de algoritmos:

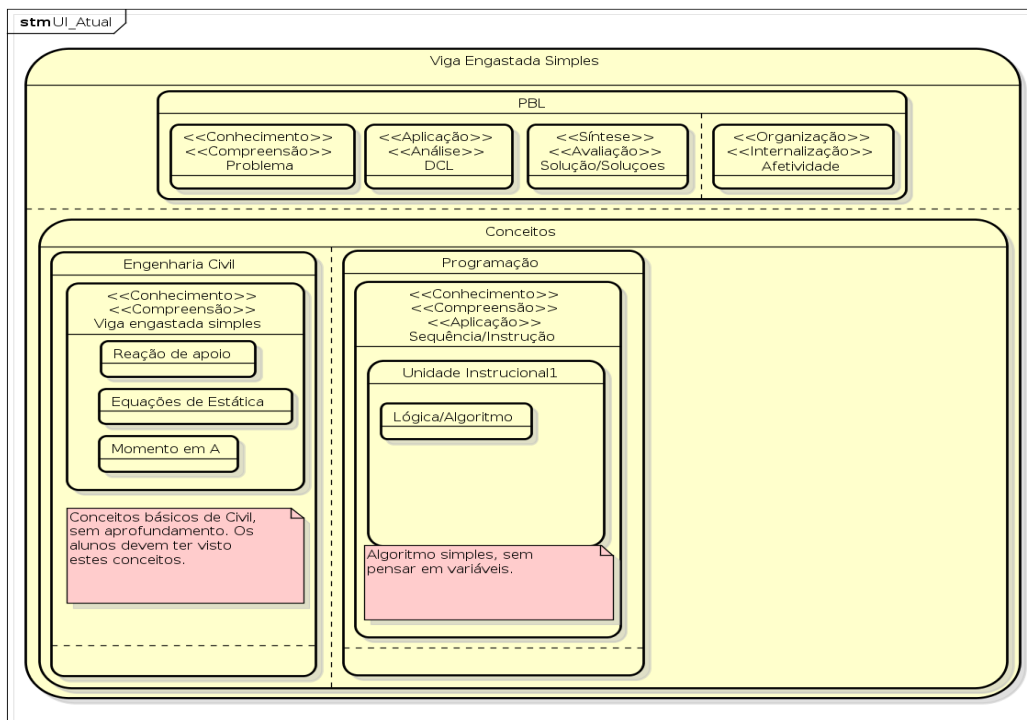
1. Compreender completamente o problema a ser resolvido destacando os pontos mais importantes;
2. Definir os dados de entrada, ou seja, quais dados serão fornecidos para a solução do problema;
3. Definir o processamento, ou seja, quais cálculos serão efetuados e quais as restrições para esses cálculos;
4. Definir os dados de saída, ou seja, quais dados serão gerados após o processamento;
5. Construir o algoritmo de alguma maneira;
6. Testar o algoritmo utilizando simulações (teste de mesa).

Produto / Resultado

A equipe deve enviar um e-mail com o produto final para o seu tutor (narci@utfpr.edu.br) até às 18 horas do dia 11/11/2016, anexando o arquivo compactado com o **DCL** e o **algoritmo** (EquipeX.zip). O algoritmo deve estar o mais detalhado possível conforme instruções.

ANEXO.

Modelo de Interação → Viga Engastada:



B.2. Pacote para o professor - OA

OBJETO DE APRENDIZAGEM (OA) Engenharia Civil (Viga engastada com carga concentrada).

PACOTE PARA O PROFESSOR (planejamento para o professor).

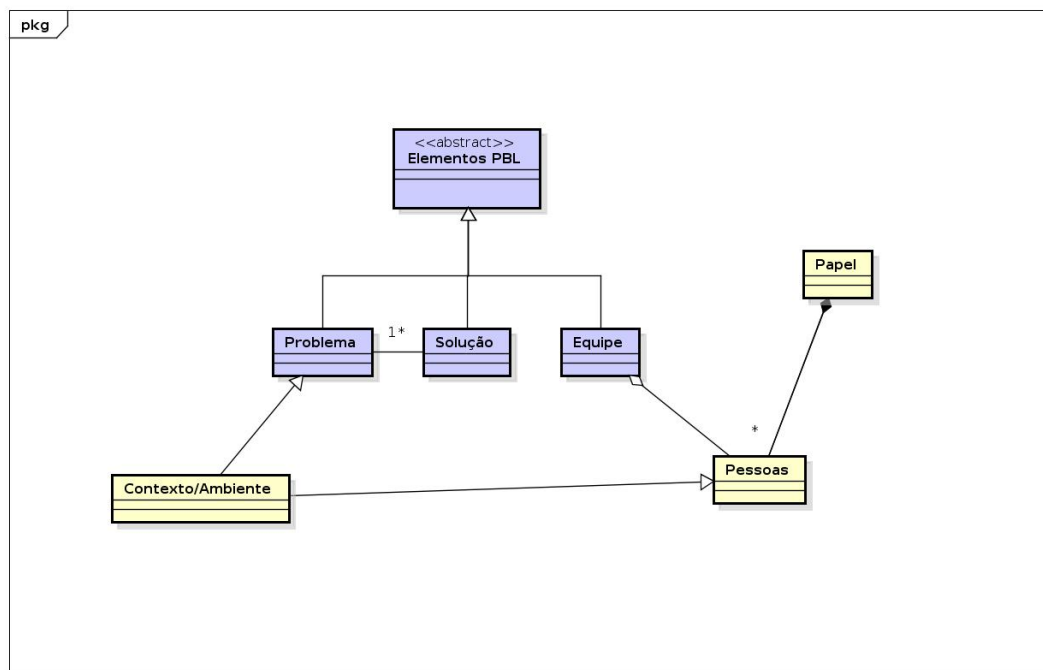
<https://www.dropbox.com/l/scl/AACT4fnb1ZwXGPssfFO53KV8ag0x4dTarVM>

Aula 1:

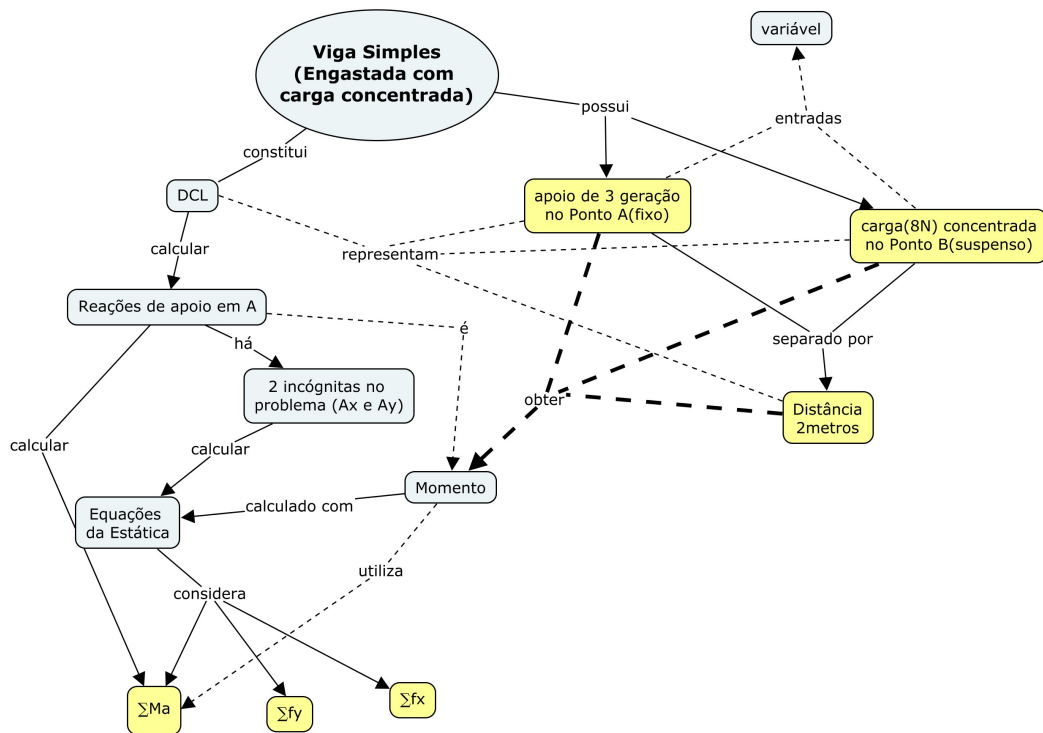
O **professor/tutor** deve dividir as equipes (5 alunos) e definir o **coordenador** e o **relator** do grupo.

Ainda o professor/tutor deve explicar o exercício/problema (viga engastada simples) e seu relacionamento com os conceitos das duas áreas (Civil e Programação) introduzindo ainda o conceito de *Problem Based Learning* – PBL.

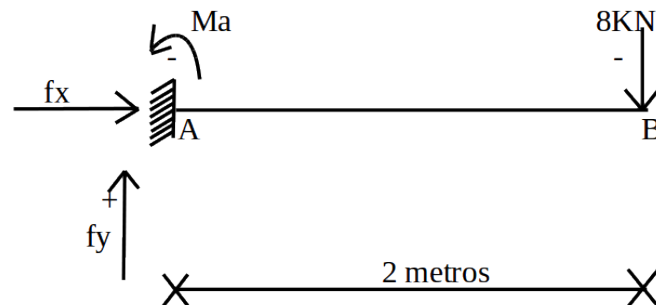
- **PBL** → A ideia principal da PBL é buscar que o próprio aluno construa seu conhecimento e que ele se interesse em resolver o problema antes de receber os conteúdos, mudando assim sua postura no aprender. Assim o aluno adquire uma autonomia e mostra que pode compreender determinados assuntos ou conhecimentos com sua própria visão, mas o professor acompanhada todo o processo para avaliar ou validar o conhecimento adquirido. <https://www.youtube.com/watch?v=DjjxDNV5uzM> 7:40 (a ser mostrado para os alunos). [Mapa Instrucional Elementos PBL.](#)



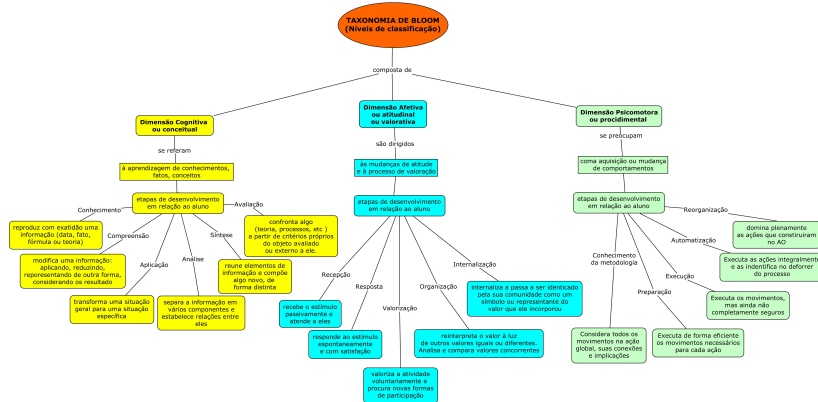
- **Problema** → Viga engastada simples com dois pontos, sendo que o primeiro é o apoio (A) e o segundo é onde esta concentrada a carga (B). A carga de -8N esta concentrada no ponto B (livre = é uma viga em balanço) à 2 metros do ponto A (fixo = encaixada). No ponto A o apoio é de terceiro gênero (restringe 3 movimentos = na horizontal, na vertical e rotação). OBS. o valor da carga é negativo devido o sentido (para baixo). [Mapa Conceitual Viga Engastada.](#)



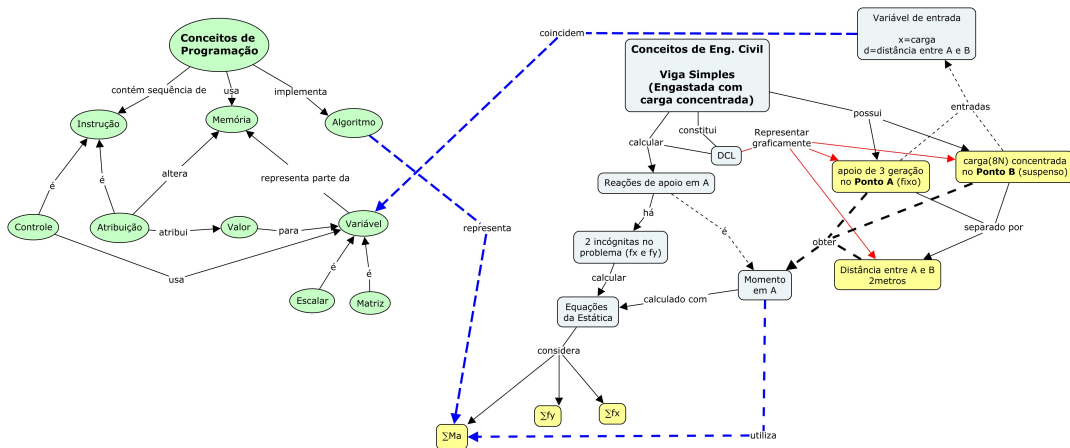
- **DCL** → O diagrama de corpo livre é uma representação do corpo com as forças atuantes sobre o mesmo. [DCL.jpg](#)



- **Solução** → Como resultado da primeira aula, o tutor deverá avaliar o grupo conforme Taxonomia de Bloom (material abaixo). Os produtos serão:
 - o diagrama de corpo livre (DCL);
 - um algoritmo simples com os passos para a solução do Problema.
- **Afetividade** → Conforme Taxonomia de Bloom, o tutor deverá ESTIMULAR os alunos referente a Recepção, Resposta, Valorização, Organização e Internalização.
- **Taxonomia de Bloom** → Na Taxonomia de Bloom a dimensão Cognitiva é estruturada em níveis de complexidade crescente – do mais simples ao mais complexo – e isso significa que, para adquirir uma nova habilidade pertencente ao próximo nível, o aluno deve ter dominado e adquirido a habilidade do nível anterior. [Níveis Bloom](#). [Mapa Conceitual Taxonomia Bloom](#).



- **Conceitos de Engenharia Civil** → Os alunos devem ter visto estes conceitos em sala de aula com os professores da Civil, também será disponibilizado material em PDF - [Livro Introdução à Isostática viga](#) e [Livro Introdução à Isostática](#)). [Mapa Conceitual Conceitos Civil Prog.](#)



- **Reação de Apoio** → as reações se opõem à tendência de movimento devido às cargas aplicadas, resultando um estado de equilíbrio estável.
- **Equações de Estática** → A estática, parte da Mecânica Clássica, é a teoria do equilíbrio das forças. Tem como finalidade o estudo das condições ou relações entre as forças que, atuando num corpo ou sistema de corpos, implicam em equilíbrio. A

estática, aplicada à engenharia, é utilizada para a análise e dimensionamento de estruturas e também para cálculo de suas deformações;

- **Momento em A** → O momento de uma força em relação a um ponto (eixo) é a grandeza física que dá uma medida da tendência de aquela força provocar rotação em torno de um ponto (eixo).
- **Conceitos de Programação** → Lógica de programação/Algoritmo → introdução do assunto utilizando apresentação de slides ([CV32A-Aula02_N.odp](#)) e anotações no quadro):
 - **Lógica / Algoritmo:** Algoritmo é a especificação da sequência ordenada de passos que deve ser seguida para a solução de um problema ou para a realização de uma tarefa, garantindo a sua repetibilidade. **Pseudocódigo** → Forma de representação de algoritmos que se assemelha muito ao modo como os programas são escritos. Esta forma de representação permite que os algoritmos nela representados possam ser traduzidos, quase que diretamente, para uma linguagem de programação.
 1. Compreender completamente o problema a ser resolvido destacando os pontos mais importantes;
 2. Definir os dados de entrada, ou seja, quais dados serão fornecidos para a solução do problema;
 3. Definir o processamento, ou seja, quais cálculos serão efetuados e quais as restrições para esses cálculos;
 4. Definir os dados de saída, ou seja, quais dados serão gerados após o processamento;
 5. Construir o algoritmo de alguma maneira;
 6. Testar o algoritmo utilizando simulações (teste de mesa).

ANEXO.

MODELO DE INTERAÇÃO → Solução Viga Engastada:

