



**Thaís Helena Chaves de Castro**

**Sistematização da Aprendizagem  
de Programação em Grupo**

**Tese de Doutorado**

Tese apresentada como requisito parcial para obtenção do título de Doutor pelo Programa de Pós-Graduação em Informática do Departamento de Informática da PUC-Rio.

Orientador: Hugo Fuks

Rio de Janeiro  
Março de 2011



**Thaís Helena Chaves de Castro**

## **Sistematização da Aprendizagem de Programação em Grupo**

Tese apresentada como requisito parcial para obtenção do título de Doutor pelo Programa de Pós-Graduação em Informática do Departamento de Informática da PUC-Rio. Aprovada pela Comissão Examinadora abaixo assinada.

**Hugo Fuks**

Orientador

Departamento de Informática – PUC-Rio

**Carlos José Pereira de Lucena**

Departamento de Informática – PUC-Rio

**Simone Diniz Junqueira Barbosa**

Departamento de Informática – PUC-Rio

**Denise Del Re Filippo**

Escola Superior de Design Industrial – UERJ

**Crediné Silva de Menezes**

Departamento de Informática – UFES

**José Eugenio Leal**

Coordenador(a) Setorial do Centro Técnico Científico - PUC-Rio

Rio de Janeiro, 24 de março de 2011

Todos os direitos reservados. É proibida a reprodução total ou parcial do trabalho sem autorização da universidade, da autora e do orientador.

### **Thaís Helena Chaves de Castro**

Concluiu o Bacharelado em Processamento de Dados pela Universidade Federal do Amazonas (UFAM) em 2001, e o Mestrado em Informática pela Universidade Federal do Espírito Santo (UFES) em 2003. É professora do Departamento de Ciência da Computação da UFAM desde 2004, onde atua na pesquisa em Engenharia de Software (processos de desenvolvimento de software, interface humano-computador), Sistemas Colaborativos e Inteligência Artificial (interfaces adaptativas, sistemas multiagente, representação do conhecimento).

#### Ficha Catalográfica

Castro, Thaís Chaves de

Sistematização da aprendizagem de programação em grupo / Thaís Helena Chaves de Castro ; orientador: Hugo Fuks. – 2011.

152 f.: il. (color.) ; 30 cm

Tese (doutorado) - Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Departamento de Informática, 2011.

Inclui referências bibliográficas.

1. Informática - Teses. 2. Aprendizagem de Programação. 3. Programação em Grupo. 4. CSCL. I. Fuks, Hugo. II. Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Departamento de Informática. III. Título.

CDD:004

A meus pais, marido e filhos,  
pela dedicação e apoio.

## Agradecimentos

A Deus, por tudo.

A meu orientador pelo apoio e objetividade.

A David Robertson (School of Informatics, University of Edinburgh) pela atenção e *expertise*.

Aos colegas do Groupware@LES pelo companheirismo.

Aos professores e funcionários da PUC-Rio que facilitaram meu trabalho na instituição.

Ao CNPq pelo suporte financeiro na PUC-Rio e na University of Edinburgh.

À UFAM pelo investimento na titulação de seu corpo docente.

## Resumo

Castro, Thaís Chaves de; Fuks, Hugo. **Sistematização da Aprendizagem de Programação em Grupo**. Rio de Janeiro, 2011. 152p. Tese de Doutorado - Departamento de Informática, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

A investigação aqui relatada trata da concepção de elementos estruturantes para ampliar as oportunidades de intervenção pelo professor em um contexto de aprendizagem de programação em grupo. A partir de uma série de estudos de caso com turmas de calouros em cursos de computação, foi desenvolvida a sistematização de práticas, metodologias e tecnologias em uma abordagem para apoiar a aprendizagem de programação em grupo, baseada em três frentes de investigação: pressupostos pedagógicos, ferramentas *LMS* e métodos de colaboração. O eixo teórico referente à aprendizagem é a teoria de desenvolvimento cognitivo de Piaget, aliada a técnicas conhecidas de programação em grupo utilizadas no ensino de graduação em disciplinas introdutórias de programação. As ferramentas computacionais são utilizadas para monitorar e intervir durante o processo de aprendizagem. Nesse contexto, ambientes *CSCL* incentivam a colaboração e regulam as práticas desejadas. Nesta tese, outras tecnologias, como linguagens para representação de agentes e identificação de padrões são agregadas a eles para melhorar o acompanhamento e facilitar a intervenção. Por fim, como método de colaboração, é proposto um esquema progressivo de aprendizagem de programação em grupo, que auxilia os alunos a gradativamente adotarem práticas colaborativas na resolução de exercícios e que pode ser formalizado para incorporação a plataformas automatizadas.

## Palavras-chave

Aprendizagem de programação, programação em grupo, *CSCL*.

## Abstract

Castro, Thaís Chaves de; Fuks, Hugo (Advisor). **Systematic Approach for Group Programming Learning**. Rio de Janeiro, 2011. 152p. D.Sc. Thesis – Departamento de Informática, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

The research reported here deals with devising structuring elements that may broaden intervention opportunities from the teacher in a context of group programming learning. Based on a set of case studies with freshmen in computing courses a systematization for practices, methods and technologies was developed producing an approach for supporting group programming based in three investigation paths: pedagogical assumptions, CSCL environments and collaboration methods. The main learning rationale is Jean Piaget's Cognitive Development Theory, used alongside group programming techniques commonly applied in undergraduate introductory programming courses. Computational tools are used to monitor and intervene during learning process and in such context, CSCL environments encourage collaboration and regulate expected practices. In this thesis other technologies like languages for agent representation and patterning identification are also exploited for improving control and facilitate interventions. Finally, as collaboration method, it is proposed a Programming Progressive Learning Scheme that helps students to adopt collaborative practices when solving exercises and that can be formalized to be used with automated platforms.

## Keywords

Programming learning, group programming, CSCL.

## Sumário

1	Introdução	14
1.1.	A Tese	15
1.2.	Objetivo e como atingi-lo	16
1.3.	Estrutura da Tese	17
2	Análise sobre Aprendizagem de Programação	19
2.1.	Experiências em Disciplinas Introdutórias de Programação para Cursos de Graduação em Computação	22
2.2.	A Evolução dos Códigos em Aprendizagem de Programação	25
2.2.1.	Identificação de Categorias na Evolução dos Códigos	32
2.3.	Conclusão do Capítulo	37
3	Tecnologias para Aprendizagem de Programação em Grupo	39
3.1.	Ferramentas para Apoiar a Aprendizagem de Programação em Grupo	41
3.2.	Aportes Metodológicos e Tecnológicos como Apoio a Disciplinas de Programação Introdutória	45
3.3.	Proposta de Adaptações de um ambiente CSCL para o Contexto da Aprendizagem de Programação	46
3.3.1.	A Engenharia Semiótica	47
3.3.1.1.	O Método de Inspeção Semiótica	48
3.3.2.	O Contexto da Aprendizagem de Programação utilizando o ColabWeb	50
3.3.3.	Inspeção Semiótica do ColabWeb	51
3.3.3.1.	Etapas do MIS	52
3.3.4.	Proposta de Melhorias e Adaptações	62
3.4.	Conclusão do Capítulo	64
4	Colaboração na Aprendizagem de Programação	66
4.1.	Scripts para Apoiar o Processo de Colaboração	68

4.2. Análise de Interações em Ambientes CSCL	69
4.3. Um Estudo de Caso Exploratório sobre Aprendizagem de Programação em Grupo	70
4.3.1. Análise Quantitativa	71
4.3.2. Análise Qualitativa	73
4.4. Um Esquema Progressivo para Aprendizagem de Programação em Grupo	76
4.5. Conclusão do Capítulo	82
5 Sistematização da Aprendizagem de Programação em Grupo	84
5.1. Definindo Padrões de Interação – Estudo de Caso Descritivo	85
5.1.1. Metodologia	86
5.1.2. Análise Parte 1 – Obtendo padrões	92
5.1.3. Análise Parte 2 – Usando os padrões na caracterização das Interações	101
5.2. Representando Padrões de Interação	111
5.3. Identificando Oportunidades de Intervir	114
5.4. Usando a Sistematização – Estudo de Caso Explanatório	116
5.5. Conclusão do Capítulo	123
6 Conclusão	124
6.1. Contribuições	126
6.2. Reflexões Adicionais no Tema	127
6.3. Trabalhos Futuros	128
6.4. Publicações de Resultados Parciais da Tese	129
Referências	131
Apêndice A	138
Exercício sobre Banco de Sangue: Padrões de Interação	138
Análise das Conversas	139
Apêndice B	146
Padrões de Interação no LCC	146

## Lista de figuras

Figura 1.1 – Elementos da Tese	16
Figura 2.1 – Funcionamento recursivo do AcKnow	33
Figura 3.1 – Metamensagem para o wiki	54
Figura 3.2 – Página de abertura do ColabWeb	55
Figura 3.3 – Predominância da Linguagem Textual	56
Figura 3.4 – Recurso Calendário	56
Figura 3.5 – Perda de Contexto	57
Figura 3.6 – Visualização de Informações sobre Grupo	58
Figura 3.7 – Navegação nos Grupos	59
Figura 4.1 – Esquema Progressivo de Aprendizagem de Programação em Grupo	78
Figura 4.2 – <i>Workflow</i> do Esquema Progressivo de Aprendizagem de Programação em Grupo	81
Figura 5.1 – Representação Formal das Conversas	112

## Lista de tabelas

Tabela 2.1 – Histórico da aluna Jane Doe	34
Tabela 4.1 – Distribuição de Critérios para Estudo Experimental	72
Tabela 4.2 – Dificuldades sentidas pelos grupos	74
Tabela 4.3 – Conclusões fornecidas pelos grupos	75
Tabela 4.4 – Percepções sobre as dificuldades sentidas pelos grupos	76
Tabela 5.1 – Tipos e exemplos de padrões de interação	100
Tabela 5.2 – Padrões de Interação para a Fase 3 dos Grupos 1 e 2	101
Tabela 5.3 – Padrões de Interação para a Fase 3 dos Grupos 3 e 5	102
Tabela 5.4 – Padrões de Interação para a Fase 3 dos Grupos 7 e 8	105
Tabela 5.5 – Padrões de Interação do 2º.Exercício da Fase 5, dos Grupos 1 e 5	106
Tabela 5.6 – Padrões de Interação do 2º.Exercício da Fase 5, dos Grupos 3 e 4	107
Tabela 5.7 – Padrões de Interação do 2º. Exercício para a Fase 5, do Grupo 7	108
Tabela 5.8 – Padrões de Interação do 2º. Exercício para a Fase 5, dos Grupos 6 e 9	108
Tabela 5.9 – Padrões de Interação do 2º. Exercício para a Fase 5, dos Grupos 2 e 8	109
Tabela 5.10 – Estereótipo “repetição de padrões de interação” (caso <i>i</i> )	115
Tabela 5.11 – Pistas para intervir nos estereótipos do caso ( <i>iii</i> )	116
Tabela 5.12 – Padrões de Interação do 1º. Exercício para a Fase 5 dos Grupos 2 e 5 de 2009	118
Tabela 5.13 – Padrões de Interação do 1º. Exercício para a Fase 5 do Grupo 6 de 2009	118
Tabela 5.14 – Padrões de Interação do 1º. Exercício para a Fase 5 do Grupo 3 de 2009	119
Tabela 5.15 – Padrões de Interação do 2º. Exercício para a Fase 5 dos Grupos 2 e 3 de 2009	121

Tabela 5.16 – Padrões de Interação do 2º. Exercício para a Fase 5  
dos Grupos 4 e 5 de 2009

122

## Lista de quadros

Quadro 5.1 – Enunciado do exercício “Campeonato de Futebol”	93
Quadro 5.2 – Enunciado do exercício “Atendimento em Ambulatório”	93