

**PPGI** PROGRAMA  
DE PÓS-GRADUAÇÃO  
EM INFORMÁTICA

Universidade Federal do Rio de Janeiro

**Mosaico – Modelo de  
Serviços de Avaliação  
pela Internet Orientado  
a Objetos**

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO**



Instituto de Matemática



Núcleo de  
Computação  
Eletrônica



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM INFORMÁTICA**

CCMN - Bloco C - Cidade Universitária - Ilha do Fundão  
Rio de Janeiro - RJ CEP: 21941-916  
[www.ppgi.ufrj.br](http://www.ppgi.ufrj.br)



Universidade Federal do Rio de Janeiro  
Instituto de Matemática – Núcleo de Computação Eletrônica

**Fernando Dos Santos Wanderley**

# **Mosaico – Modelo de Serviços de Avaliação pela Internet Orientado a Objetos**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Informática, IM/NCE, Universidade Federal do Rio de Janeiro, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Informática.

Orientador: Marcos da Fonseca Elia

Rio de Janeiro  
2009

W245 Wanderley, Fernando dos Santos.

Mosaico – Modelo de avaliação pela internet orientado a objetos / Fernando dos Santos Wanderley. – 2009.

199 f.: il.

Dissertação (Mestrado em Informática) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Instituto de Matemática, Núcleo de Computação Eletrônica, 2009.

Orientador: Marcos da Fonseca Elia.

1. Modelo de Avaliação – Teses. 2. Estatística Educacional – Teses. I. Elia, Marcos da Fonseca. (Orient.). II. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Instituto de Matemática. Núcleo de Computação Eletrônica. III. Título.

CDD

Fernando Dos Santos Wanderley

# Mosaico – Modelo de Serviços de Avaliação pela Internet Orientado a Objetos

Dissertação submetida ao corpo docente do Programa de Pós-Graduação em Informática do Instituto de Matemática e do Núcleo de Computação Eletrônica, da Universidade Federal do Rio de Janeiro, como parte dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Informática.

Aprovada em: Rio de Janeiro, 31 de Agosto de 2009.

---

Prof. Marcos da Fonseca Elia, Ph.D., NCE e PPGI/UFRJ (orientador)

---

Prof. Gilda Helena Bernardino de Campos, D.Sc., CCEAD/PUC-Rio

---

Prof. Carlo Emmanoel Tolla de Oliveira, Ph.D., NCE e PPGI/UFRJ

---

Prof. Fábio Ferrentini Sampaio, Ph.D., NCE e PPGI/UFRJ

*Ao meu pai, Mario, um exemplo de superação.*

# Agradecimentos

Desenvolver uma dissertação de mestrado é um grande desafio. Especialmente quando se está em um estágio da vida em que diversas outras responsabilidades se fazem presentes. Quem já passou por este caminho sabe que não são poucos os momentos de desespero: o desespero com a folha em branco, o desespero com os prazos etc. Sem o apoio de amigos e familiares, este trabalho não seria concluído. Por isso, deixo a todos os meus sinceros agradecimentos.

Dedico este trabalho ao meu pai, militar e médico por profissão, analista de sistemas e engenheiro eletrônico por vocação. Durante toda a minha infância o vi consertando todo tipo de equipamento eletrônico, e fazia o mesmo. Na década de 1970, surpreendeu com uma máquina copiadora caseira, um videogame e foi um dos primeiros a ter uma TV colorida. Na década de 1980, novamente foi pioneiro com o uso das câmeras VHS *Camcorder*. Hoje, aos 88 anos, usa com agilidade um computador. Ele me deu alguns presentes que tiveram grande influência na minha formação. Com 11 ou 12 anos, ganhei o precursor do *Chat*, um Rádio Cidadão. Alguns anos mais tarde, ganhei um computador de mão que permitia programação em *Basic* e me iniciou no mundo da programação. Sem perceber, ele fez com que eu me apaixonasse por tecnologia e definiu o meu futuro. Se cheguei até aqui foi por causa dele.

Gostaria de agradecer a Deus que me permite viver. Uma vida privilegiada, em que sempre fui cercado por pessoas especiais. Pais dedicados, uma esposa maravilhosa e filhos que só me dão orgulho.

Ao professor Marcos Elia, que foi muito mais que um orientador. Foi um amigo que compreendeu as dificuldades que tive ao mudar de emprego e sempre foi flexível nos horários, entendendo as minhas limitações de tempo. Vibrou a cada conquista, cobrou quando foi necessário e demonstrou grande confiança ao me confiar um projeto sobre este assunto, que é tão importante para ele.

Aos professores Cláudia Motta e Fábio Ferrentini, que pertenceram à banca de seleção para acesso ao mestrado e acreditaram que, apesar das minhas outras responsabilidades, eu seria capaz de concluir o meu mestrado.

A Maria Teresa Andrade Gouvêa, que foi uma grande incentivadora.

Ao professor Carlo Emanuel, que me ajudou a conhecer um universo novo de tecnologias.

Aos amigos que fiz no mestrado: Ilan, Rui, Raimundo Macário, Cláudia Paranhos, Flávia, André, Alexandre, Marcus, Ana Cláudia, Cristina, Bruno e outros.

A Luiz Dias, que me ajudou com o estudo de caso no colégio Pedro II.

Ao professor Waldyr Lima, presidente do grupo CCAA, que me incentivou e proporcionou as condições necessárias para que eu iniciasse o mestrado.

A Aurélio Bastos, ao qual fui subordinado quando era Venue Manager da Vila do PAN durante os jogos Pan Americanos. Graças a sua boa vontade e aos ajustes no horário que ele permitiu, pude continuar o mestrado durante os jogos.

A Rodrigo Capistrano e Cicero Andrade, respectivamente diretor-sócio e gerente de RH, da Ancar Ivanhoe Shopping Centers, que não só permitiram que eu continuasse o mestrado após a minha contratação, mas também fizeram com que eu me sentisse tranquilo ao usufruir deste benefício. Não concluiria este mestrado sem o voto de confiança deles.

A professora Luiza Rizzaro, que me incentivou e muito me ajudou nas traduções dos artigos referentes ao Mosaico.

A todos aqueles que eu me esqueci de mencionar, mas me ajudaram neste projeto.



## Resumo

WANDERLEY, Fernando Dos Santos. **Mosaico – Modelo de Avaliação pela Internet Orientado a Objetos**. Rio de Janeiro, 2009. Dissertação (Mestrado em Informática) – Instituto de Matemática/Núcleo de Computação Eletrônica, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2009.

Apesar da importância da avaliação no processo pedagógico, a complexidade envolvida na sua preparação e na interpretação dos resultados faz com que ela não seja utilizada na sua plenitude. Pesquisas e autores destacam que a avaliação é um processo contínuo e colaborativo que fornece informações relevantes para os professores e alunos e validam as ferramentas e métodos de ensino utilizados. Na prática da sala de aula, contudo, o que acontece é que avaliação ainda se resume à aplicação de testes, ou seja, fica restrita a uma medida educacional. A avaliação deveria estar presente em todas as fases do aprendizado através das suas dimensões: Diagnóstica, Formativa e Somativa. Também é necessário que os avaliadores estejam preparados para atuar em todos os estágios de uma avaliação: planejamento, execução e análise. Este trabalho apresenta a proposta da criação do Mosaico – Modelo de Avaliação pela Internet Orientado a Objetos. Um ambiente distribuído de serviços de avaliação na Internet que auxilia os avaliadores na preparação, execução e análise dos resultados. O avaliador é conduzido todo o tempo neste processo, de forma que aprende os conceitos durante a criação da avaliação. Cada módulo funciona como um objeto independente. Esta forma de desenvolvimento permite que diversos módulos possam ser desenvolvidos simultaneamente em linguagens e plataformas diferentes. Por meio de Web Services e XML, os módulos do Mosaico trocam informações entre si ou com outros sistemas ou plataformas de EAD (Ex: Moodle, Pii). Foram desenvolvidos os dois primeiros módulos do ambiente distribuído: Mosaico-Stat – o módulo de estatísticas e o Mosaico-Core – questionários e cadastros básicos. O projeto foi criado em Ruby on Rails dentro do paradigma de Web 2.0 e do modelo MVC (Modelo – Visão – Controle).

## Abstract

WANDERLEY, Fernando Dos Santos. **Mosaico – Modelo de Avaliação pela Internet Orientado a Objetos**. Rio de Janeiro, 2009. Dissertação (Mestrado em Informática) - Instituto de Matemática/Núcleo de Computação Eletrônica, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2009.

Despite the importance of evaluation in the educational process, the complexity involved in its preparation, and interpretation of results, implies that it is not used in its fullness. Research and authors emphasize that the evaluation is a continuous and collaborative process that provides relevant information for teachers and students and validates the tools and teaching methods used. However, in practice, what happens in the classroom is that evaluation still comes down to applying tests, or it is restricted to an educational measure. The evaluation should be present at all stages of learning through its dimensions: diagnostic, formative and summative. In addition to the dimensions mentioned above it is necessary that the evaluators are prepared to act during all stages of an evaluation: planning, execution and analysis. This work presents the proposal of the creation of Mosaic – Model of Evaluation by the Internet Object Oriented. A distributed environment evaluation service on the Internet to help the evaluator. The evaluator is guided all the time in this process, so that the concepts are learned during the creation of evaluation. Each module works as an independent object and can be developed simultaneously in different languages and platforms. Through the XML Web Services, the Mosaico can exchange information with itself or with EAD platforms (eg Moodle, Pi). Two modules were developed: Mosaico-Stat – Statistics and Mosaico-Core – questionnaire and basic registers. The project was created in Ruby on Rails inside the Web 2.0 paradigm and MVC Model (Model – View – Controller).

## Lista de Figuras

Figura 1.1 Apresentação da dissertação em capítulos.....	24
Figura 2.1 SAFE - Sistema de Avaliação em Fóruns Educacionais .....	41
Figura 2.2 Análise de Logs do TeleEduc.....	43
Figura 2.3 Exemplo de Mapa Conceitual .....	45
Figura 2.4 Exemplo de Rede Sistêmica.....	46
Figura 2.5 Tele Presença .....	46
Figura 3.1 Tipos de variável.....	54
Figura 3.2 Ciclo da pesquisa exploratória.....	61
Figura 4.1 Estrutura de pastas criada pelo Ruby on Rails.....	74
Figura 4.2 Retorno em HTML - <a href="http://www.flickr.com/search/?q=carros">http://www.flickr.com/search/?q=carros</a> .....	78
Figura 4.3 Retorno em XML.....	78
Figura 4.4 Exemplo do arquivo de Log do R.....	81
Figura 4.5 Exemplo de um arquivo SVG.....	81
Figura 4.6 Resultado do arquivo SVG .....	82
Figura 4.7 Script R para geração do SVG.....	82
Figura 4.8 Arquivo SVG gerado pelo R .....	82
Figura 4.7 Ferramenta IDE .....	85
Figura 5.1 Escopo do Mosaico .....	87
Figura 5.2 XML de entrada.....	88
Figura 5.3 Página de teste de envio de XML .....	89
Figura 5.4 Página de retorno do teste de envio de XML .....	89
Figura 5.5 Tela de envio de tabela de dados .....	91
Figura 5.6 A primeira implementação de geração de estatísticas e gráficos .....	92
Figura 5.7 Arquivo Script + Dados.....	93
Figura 5.8 A segunda versão da geração de estatísticas e gráficos .....	94
Figura 5.9 Arquivo Script.....	95
Figura 5.10 Página principal do Mosaico-Core.....	96
Figura 5.11 Padrão de telas do Mosaico .....	97
Figura 5.12 Casos de uso dos Avaliadores .....	97
Figura 5.13 Cadastro de testes.....	98
Figura 5.14 Monta testes.....	99
Figura 5.15 Cadastro de perguntas .....	100
Figura 5.16 Uso de objetos nas perguntas.....	101

Figura 5.17 Editar alternativa .....	102
Figura 5.18 Matriz de Referência.....	102
Figura 5.19 Resultados .....	103
Figura 5.20 Casos de uso dos Avaliados.....	105
Figura 5.21 Auditoria.....	106
Figura 5.22 Guia do Mosaico .....	107
Figura 5.23 Modelo de Dados do Mosaico-Core .....	108
Figura 6.1 Ações para realização da pesquisa .....	112
Figura 6.2 Parte de um questionário utilizados no Pedro II.....	114
Figura 6.3 Parte de um questionário formulado pelos alunos.....	117
Figura 9.1 Instalação do Ruby.....	149

## Lista de Gráficos

Gráfico 2.1 Grau de formação/nível de escolaridade de profissionais do magistério da educação básica.....	32
Gráfico 2.2 A avaliação da aprendizagem nos cursos de licenciatura por meio das experiências negativas de avaliação.....	34
Gráfico 2.3 A avaliação da aprendizagem nos cursos de licenciatura e o tratamento dados aos resultados da avaliação, por parte do professor. ....	35
Gráfico 2.4 A avaliação da aprendizagem nos cursos de licenciatura e o tratamento dado ao erro durante o processo avaliativo.....	35
Gráfico 2.5 Dendograma da análise de agrupamento .....	44
Gráfico 3.1 Exemplo de Lógica nebulosa: jovens.....	64
Gráfico 4.1 Fracassos x Sucessos em projetos de TI .....	68
Gráfico 4.2 Frequência de utilização de funcionalidades de sistemas comerciais típicos nos EUA .....	69
Gráfico 4.3 Origem dos desenvolvedores do www.rentacoder.com .....	72
Gráfico 4.4 Linguagens solicitadas nos projetos oferecidos pelo www.rentacoder.com .....	72
Gráfico 4.5 Origem dos desenvolvedores do www.timaster.com.br .....	73
Gráfico 4.6 Origem dos desenvolvedores do www.ceviu.com.br .....	73
Gráfico 4.7 Imagem do arquivo SVG gerado pelo R.....	83
Gráfico 5.1 Parte da página de retorno do teste de envio de XML .....	90
Gráfico 5.2 Análise dos Testes – Gráfico Box and Plot .....	104
Gráfico 5.3 Análise dos Testes – Histograma .....	104

Gráfico 5.4 Resumo da dimensão .....	105
Gráfico 6.1 Comparativo dos resultados das pesquisas de 2006 e 2008.....	113
Gráfico 9.1 Distribuição dos resultados de um teste.....	128
Gráfico 9.2 Gráfico Box and Plot .....	132
Gráfico 9.3 Exemplos de gráficos Box and Plot.....	134
Gráfico 9.4 Distribuição de valores em um gráfico caixa-bengala simétrico .....	135
Gráfico 9.5 Testes com alto grau de correlação .....	136
Gráfico 9.6 Testes com baixo grau de correlação .....	137
Gráfico 9.7 Curva característica do item .....	142
Gráfico 9.8 Com mesma discriminação, mas com diferentes dificuldades .....	142
Gráfico 9.9 Com mesma dificuldade, mas com diferentes níveis de discriminação .....	143

## Lista de Tabelas

Tabela 2.1 Salário dos profissionais do magistério da educação básica regular (R\$) .....	32
Tabela 2.2 Estatísticas do Moodle.....	48
Tabela 3.1 Um resultado e seus níveis de mensuração.....	56
Tabela 3.2 Medidas possíveis para cada nível de mensuração.....	56
Tabela 5.1 Arquivo de dados.....	95
Tabela 6.1 Sugestões dos Alunos I.....	116
Tabela 6.2 Sugestões dos Alunos II .....	118
Tabela 9.1 Dimensão com alta consistência interna. ....	140
Tabela 9.2 Dimensão com baixa consistência interna. ....	140

## Lista de Quadros

Quadro 2.1 Ensino Tradicional x Aprendizagem Colaborativa.....	26
Quadro 2.2 Alguns trabalhos sobre avaliação do grupo Ginape/UFRJ.....	39
Quadro 2.3 Critérios para avaliação de fóruns.. ..	40
Quadro 2.4 Critérios para avaliação do nível de colaboração em fóruns.. ..	40
Quadro 3.1 Rede Sistêmica Medição e Avaliação .....	53
Quadro 4.1 Interface humana x Interface Mínima .....	75
Quadro 6.1 Comparativo entre as pesquisas de 2006 e 2008.....	113

## Lista de Siglas

AJAX	Asynchronous Javascript And XML
API	Application Programming Interface ou Interface de Programação de Aplicativos
AVA	Ambiente Virtual de Aprendizagem
EAD	Educação a Distância
GINAPE	Grupo de Informática Aplicada à Educação da do IM da UFRJ
GPL	General Public License
HTML	Hyper Text Markup Language
IDE	Integrated Development Environment (Ambiente Integrado de Desenvolvimento)
IM	Instituto de Matemática da UFRJ
JDK	Java Development Kit
LMS	Learning Management System
MER	Modelo Entidade Relacionamento
m-ICTE	International Conference on Multimedia and Information and Communication Technologies in Education
MVC	Model-View-Controller ou Modelo-Visão-Controle
NCE	Núcleo de Computação Eletrônica da UFRJ
Pii	Plataforma Interativa para Internet
PGTIAE	Pós-Graduação em Tecnologias da Informação Aplicadas à Educação
RoR	Ruby on Rails
SAFE	Sistema de Avaliação de Fóruns Educacionais
SGBD	Sistema de Gerenciamento de Banco de Dados
SVG	Scalable Vector Graphics
TI	Tecnologia da Informação
TIC	Tecnologias de Informação e Comunicação
UAB	Universidade Aberta do Brasil
UFRJ	Universidade Federal do Rio de Janeiro
UML	Unified Modeling Language
USP	Universidade de São Paulo
WWW	World Wide Web
XML	Extensible Markup Language
XP	Extreme Programming



# Sumário

<b>1 Introdução .....</b>	<b>20</b>
1.1 Motivação e Justificativas .....	21
1.2 Problema.....	22
1.3 Hipótese.....	22
1.4 Objetivos .....	22
1.5 Metodologia .....	22
1.6 Organização da Dissertação.....	23
<b>2 A avaliação educacional: retrospectivas, perspectivas e expectativas.. .....</b>	<b>25</b>
2.1 Conceito e taxonomias .....	26
2.2 Retrospectiva: as gerações da avaliação Educacional.....	28
2.3 Perspectiva: um retrato da avaliação educacional no Brasil.....	31
2.4 Expectativas: avaliação educacional com base nas TIC.....	36
2.5 Considerações finais.....	49
<b>3 Avaliação Educacional por Meio de Respostas a Questionários On-line .....</b>	<b>51</b>
3.1 Justificativa Sobre o Uso de Questionários On-line .....	52
3.2 Medida educacional.....	53
3.2.1 Variáveis.....	53
3.2.1.1 Tipo.....	54
3.2.1.2 Medição .....	54
3.2.2 Instrumentos .....	57
3.2.2.1 Planejamento, construção e aplicação.....	57
3.2.2.2 Análise.....	60
<b>4 Tecnologia .....</b>	<b>65</b>
4.1 Uma breve história sobre a evolução das tecnologias e metodologias nos últimos anos..	66
4.2 A escolha da linguagem e do framework de desenvolvimento.....	69
4.3 A Escolha do Ruby on Rails.....	73
4.4 Web Services .....	76
4.5 O ambiente estatístico .....	80
4.6 SVG.....	81
4.7 Máquina Virtual .....	83

4.8 Banco de Dados .....	84
4.9 Ferramenta IDE .....	85
<b>5 Especificação e Implementação do Mosaico .....</b>	<b>86</b>
5.1 Premissas .....	87
5.2 O Mosaico-stat.....	87
5.2.1 Entrada de Dados .....	87
5.2.1.1 Entrada de Dados por Envio de XML.....	88
5.2.1.2 Entrada de Dados por Envio de uma Tabela.....	90
5.2.2 A Integração com o R .....	91
5.3 O Mosaico-Core .....	96
5.3.1 A Perspectiva do Avaliador.....	97
5.3.1.1 Planejamento.....	98
5.3.1.2 Resultados .....	102
5.3.1.3 Análise.....	103
5.3.2 A Perspectiva do Avaliado .....	105
5.3.3 Auditoria .....	104
5.3.4 Guia do Mosaico.....	106
5.3.5 Modelo Entidade Relacionamento do Mosaico-Core .....	108
<b>6 Estudos de viabilidade e validação do Mosaico .....</b>	<b>109</b>
6.1 A pesquisa de Ética para Profissionais de Informática - 2006 .....	110
6.2 A pesquisa de Ética para Profissionais de Informática - 2009 .....	112
6.3 O uso do Mosaico no Ensino Médio.....	113
6.4 A validação do Mosaico como Objeto de Aprendizagem.....	116
6.4 Considerações Finais.....	118
<b>7 Considerações Finais e Trabalhos Futuros .....</b>	<b>119</b>
7.1 Contribuições da Dissertação .....	120
7.2 Problemas Encontrados .....	121
7.3 Artigos Publicados .....	121
7.4 Trabalhos Futuros .....	121
7.5 Visão do Pesquisador.....	122
<b>Referências Bibliográficas .....</b>	<b>123</b>
<b>Anexos .....</b>	<b>128</b>
Anexo I – Índice de Tendência Central .....	129

Anexo II – Índice de Dispersão .....	130
Anexo III – Gráfico Box and Plot.....	132
Anexo IV – Índices de Correlação.....	136
Anexo V – Índices de Consistência Interna .....	138
Anexo VI – Teoria de Resposta ao Item.....	142
Anexo VII – Instalação do Ambiente Mosaico .....	146
Anexo VIII – Exemplo de Carta de Apresentação .....	152

## Capítulo 1

# Introdução

“o tempo revela a verdade”

*Sêneca*

Neste capítulo, é apresentada sucintamente a pesquisa documentada nesta dissertação, abordando as motivações e justificativas, o problema e a hipótese de pesquisa, os objetivos da pesquisa, a metodologia utilizada e a organização do texto.

## 1.1 Motivações e Justificativas

Apesar de ser parte importante da prática educacional, muitas vezes a avaliação não recebe a mesma atenção dada a outras atividades relacionadas ao ensino e à aprendizagem.

A avaliação educacional é uma das dimensões mais complexas da prática educacional. De um lado, professores com dificuldade em formular avaliações que contribuam para o processo de aprendizagem e, de outro, alunos reclamam dos critérios usados para formulação da avaliação. Avaliadores e avaliados estão insatisfeitos.

Pesquisas e autores destacam que a avaliação é um processo contínuo que fornece informações relevantes para os professores e alunos e validam as ferramentas e métodos de ensino utilizados. A criação de uma avaliação deve ser um processo colaborativo que envolva os alunos e professores. Na prática da sala de aula, contudo, o que acontece é que avaliação ainda se resume à aplicação de testes, ou seja, fica restrita a uma medida educacional. A avaliação deve estar presente em todas as fases do aprendizado através das suas dimensões: Diagnóstica, Formativa e Somativa.

O paradigma da complexidade que revolucionou a informação na metade do século XX e que hoje rege a moderna sociedade do conhecimento requer, cada vez mais, que o conhecimento seja situado e, portanto, seja socialmente construído em um processo de negociação com os atores diretamente envolvidos. Como consequência, o processo de ensino-aprendizagem-avaliação precisa ser totalmente reformulado para atender às demandas dessa nova realidade, pois não é razoável que sob essas condições um conteúdo disciplinar seja apresentado fora de um contexto ou como algo que é apresentado como um produto pronto e acabado para ser consumido pelos clientes.

Em relação aos cursos de Educação a Distância, cuja demanda cresce dia a dia, sobretudo para grandes números de alunos, como é o caso da Universidade Aberta do Brasil,<sup>1</sup> aumenta a complexidade dos processos avaliativos que, a nosso ver, apenas começa a ser compreendida pelos especialistas.

As plataformas de EAD propõem-se a fornecer um ambiente completo de ensino, desde as funções administrativas até a publicação de conteúdo. Além disso, possuem diversas ferramentas de apoio: chat, fórum, mensagens instantâneas, geradores de questões, módulos de avaliação etc. São boas por serem completas e em alguns momentos falham por este mesmo motivo, especialmente no que diz respeito à avaliação.

---

<sup>1</sup> <http://uab.capes.gov.br/>

Antes de começar a utilizar estas plataformas, é necessário ter um provedor, instalar e configurar sistemas e cadastrar uma série de informações. Este processo é complexo e demorado e inviabiliza a utilização da plataforma quando o professor quer utilizar apenas um dos recursos disponíveis. Em contrapartida, as tecnologias Web 2.0 de última geração para desenvolvimento aplicativos para a internet tornam viáveis o desenvolvimento de serviços Web mais flexíveis e que, praticamente, sejam sob demanda dos usuários.

## 1.2 Problema

Como difundir o uso da avaliação em sua plenitude entre os educadores? Como fazer com que a avaliação deixe de ser apenas uma medição, mas passe a estar inserida no processo pedagógico como uma ferramenta que permita aprimorar o ensino? Como expandir as possibilidades da avaliação?

Esta dissertação se propõe, mesmo que por meio de um recorte deste amplo assunto, a mostrar como o uso da tecnologia da informação e comunicação pode contribuir para facilitar a difusão da cultura da avaliação educacional entre os professores de sala de aula.

## 1.3 Hipótese

A hipótese desta dissertação é: “É possível, através de um ambiente distribuído de serviços independentes na WEB, criado por especialistas em cada tipo de avaliação, preparar os professores para o ato de avaliar nos seus três estágios: planejamento, execução e análise?”.

## 1.4 Objetivos

O objetivo principal desta dissertação é o desenvolvimento de um modelo de serviços distribuídos. Este modelo foi chamado de Mosaico – Modelo de Serviços de Avaliação pela Internet Orientado a Objetos.

Para verificar a viabilidade de nossa proposta, sendo considerado nosso objetivo específico, foram desenvolvidos dois módulos do Mosaico: Mosaico-Core – Cadastros e Questionários e Mosaico-Stat – Análises Estatísticas.

## 1.5 Metodologia

A primeira etapa compreendeu a realização de uma revisão bibliográfica em livros e artigos e em entrevistas informais com alguns especialistas, no sentido de obter a fundamentação teórica necessária para esta pesquisa.

Na segunda etapa, iniciou-se o desenvolvimento de uma primeira versão do Mosaico. O objetivo era puramente técnico, em que se visava a aprender as tecnologias que seriam utilizadas no Mosaico e verificar a viabilidade da integração destas tecnologias. Uma vez constatada a viabilidade da tecnologia, passou-se para um aprofundamento da revisão bibliográfica.

O passo seguinte foi a escrita da dissertação, o desenvolvimento final do Mosaico e os estudos de caso exploratórios. Estes estudos de caso estão detalhados no capítulo 6.

## **1.6 Organização da Dissertação**

A Figura 1.1 apresenta graficamente a organização desta dissertação em sete capítulos. Como pode-se notar, após a introdução são apresentados conceitos sobre avaliação e questionários on-line. Em seguida, é feita uma apresentação das tecnologias que serão usadas, a especificação do Mosaico e as validações realizadas. Após as considerações finais, são listadas as referências bibliográficas utilizadas.

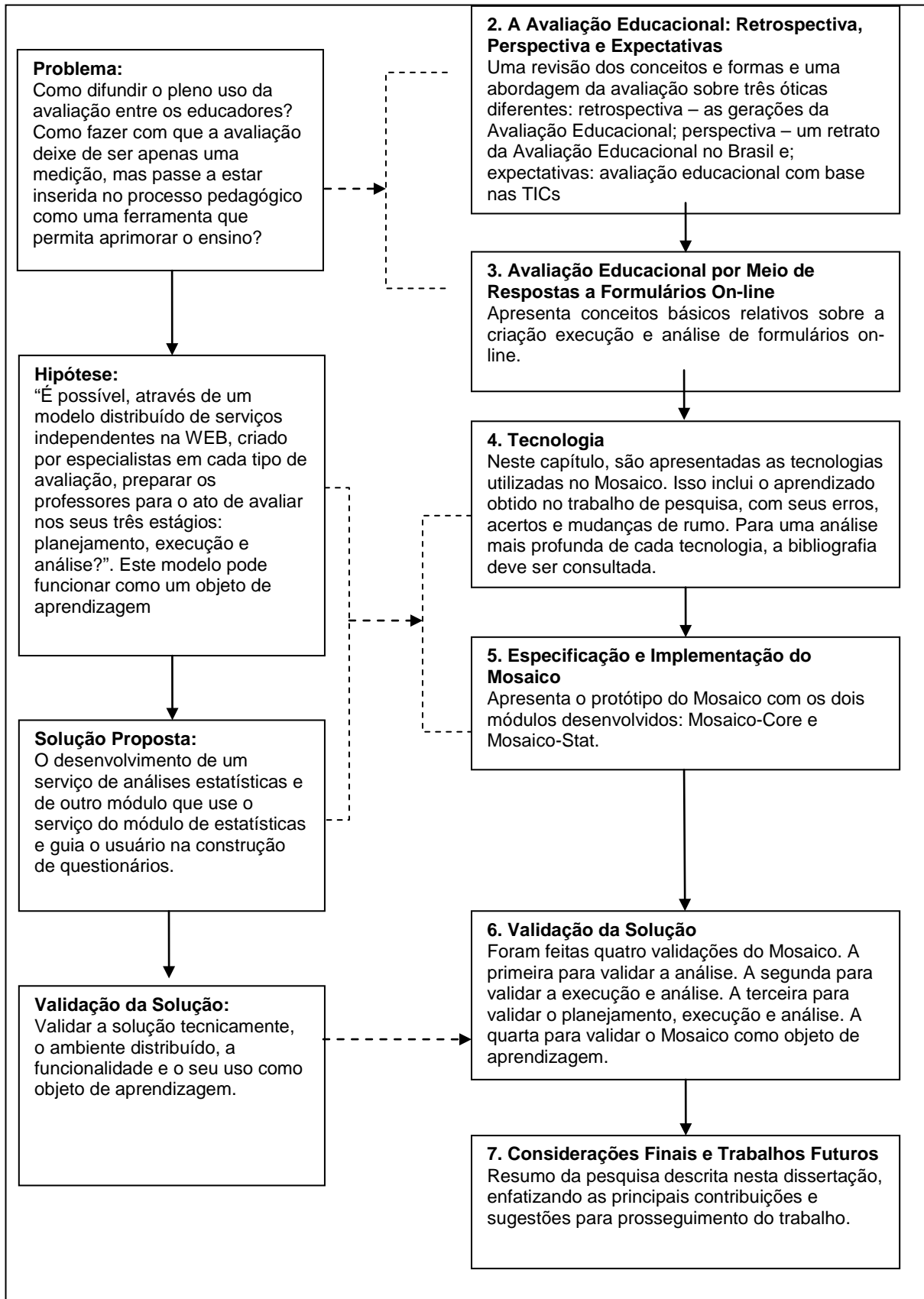


Figura 1.1 Apresentação da dissertação em capítulos



## Capítulo 2

# Avaliação Educacional: Retrospectivas, Perspectivas e Expectativas

“Não corrigir nossas falhas é o mesmo que cometer novos erros.”.

*Confúcio*

Neste capítulo é apresentada uma revisão dos conceitos e formas e uma abordagem da avaliação sobre três óticas diferentes: retrospectiva – as gerações da Avaliação Educacional–, perspectiva – um retrato da Avaliação Educacional no Brasil – e expectativas – avaliação educacional com base nas TIC.

## 2.1 Avaliação: conceitos e taxonomias.

No imaginário popular, avaliar é uma palavra que gera ansiedade. Isso se dá porque ela está quase sempre associada a medir, testar, gerando apreensão e medo nos avaliados: o medo de não passar de ano na escola, o medo não passar em um concurso, o medo de não ser selecionado em uma oportunidade de emprego. No entanto, avaliar é ético e indispensável. É ético porque fornece informações ao avaliado sobre como ele está indo no que se propôs a fazer. Isso dá a ele a chance de se desenvolver e fazer os ajustes necessários no seu processo de aprendizado. Além disso, como será visto adiante neste trabalho, a avaliação é importante para que o avaliador possa fazer ajustes no processo pedagógico.

Avaliação é muito mais do que medir ou testar. Trata-se de um processo contínuo, colaborativo, que fornece informações valiosas para os avaliados e para os avaliadores. Segundo Fucks e outros (SILVA; SANTOS, 2006, p. 369), na aprendizagem colaborativa, o aprendiz é responsável pela sua própria aprendizagem e pela aprendizagem do grupo. Estes autores demonstram como a aprendizagem colaborativa se contrapõe ao ensino usual, chamado de tradicional por Fucks e outros, através do quadro 2.1.

Quadro 2.1 – Ensino Tradicional x Aprendizagem Colaborativa.

<b>Ensino Tradicional</b>	<b>Aprendizagem Colaborativa</b>
Estudo isolado	Estudo em grupo
Professor – autoridade	Professor – orientador
Aluno – recipiente a ser preenchido com informação pelo professor	Aprendiz – agente que transforma informação em conhecimento através da interação social
Aprendizagem reativa, passiva	Aprendizagem ativa, investigativa
Memorização de informações	Discussão e construção do conhecimento
Seriação no tempo	Formação de grupos em função da competência
Centrada no professor	Centrada no aprendiz
Ênfase no produto	Ênfase no processo
Sala de Aula	Ambiente de aprendizagem

Fonte: SILVA; SANTOS, 2006, p. 369

As tecnologias da informação e comunicação (TIC) trazem uma evolução às ferramentas de avaliação (por exemplo: questionários, avaliação pelos pares e avaliações objetivas com uso de multimídia), fazendo com que outros instrumentos, criados com objetivos diversos, possam ser usados no processo de avaliação (mapas conceituais, redes sistêmicas, portfólios, chats, fóruns).

As avaliações podem ser quantitativas ou qualitativas. A avaliação quantitativa usa instrumentos formais – provas, testes, listas de exercícios - que permitem o uso de escala de

medidas, como notas e atribuições de conceitos (SOUZA, 2006). A avaliação qualitativa baseia-se em aspectos como participação nas tarefas, interesse e comprometimento. Isso leva ao risco na subjetividade da avaliação. Categorias de análise podem ser usadas para reduzir este risco.

Se na teoria é interessante falar sobre avaliação qualitativa, que pressupõe um acompanhamento e um registro contínuo das atividades do aluno, na prática, a sua implantação é muito difícil. No Brasil, muitos professores, para sobreviver, têm uma carga horária elevada. Algumas vezes trabalham em mais de uma instituição. Turmas grandes também fazem parte deste cenário. Neste quadro, pode ser um desafio até mesmo saber o nome de todos os alunos. Os professores são então empurrados naturalmente na direção das avaliações somativas e quantitativas que são mais práticas e tomam muito menos tempo. A boa notícia é que com o uso da TIC o professor pode contar com instrumentos que coletam e registram automaticamente os passos dos alunos, tendo assim uma boa ajuda para evoluir no uso da avaliação.

Pode-se falar em três modalidades de avaliação, com propósitos diferentes e que ocorrem em espaços de tempo distintos:

A **avaliação diagnóstica** é realizada antes de se iniciar o processo de ensino-aprendizagem, visa a detectar o grau de conhecimento ou habilidade dos participantes sobre o assunto em questão. É fundamental para o planejamento e para um trabalho direcionado às necessidades, expectativas e limitações dos envolvidos. A falta desta avaliação em um início de curso pode fazer com que o professor assuma premissas falsas sobre os alunos que podem comprometer todo o desenvolvimento do curso.

A **avaliação formativa** é feita ao longo do processo, de modo contínuo. Não visa apenas a ser uma medida do grau de conhecimento ou habilidade do aluno, mas permitir a adequação do programa ou uma mudança de rota no processo de ensino. Na verdade, ela avalia o aluno e a própria estratégia pedagógica do curso. É possível fazer uma analogia da avaliação formativa com a ferramenta de gestão de qualidade para gerência de processos conhecida como PDCA (Plan, Do, Check, Act – em português: Planejar, Fazer, Verificar e Agir [ou corrigir]), também chamada de Ciclo de Deming. Este método propõe ciclos curtos de Planejar-Fazer-Verificar-Corrigir. Faz-se um planejamento visando a uma meta, executa-se este planejamento, verifica-se se os objetivos estão sendo alcançados e faz-se as correções necessárias. Depois disso, inicia-se novamente o ciclo (FARIA, 2008a).

A **avaliação somativa** é realizada ao final do processo, com o intuito de verificar como se deu o aprendizado e se os objetivos foram alcançados.

## 2.2 Retrospectiva: as gerações da Avaliação Educacional

Os primeiros registros de testes como processo de seleção datam de mais de 2.000 anos atrás. Sucessivas dinastias da China desenvolveram testes escritos como forma de seleção para o serviço civil, a profissão que tinha mais prestígio e poder no país (BLACK, 1998, p.7). Além disso, era comum que estes servidores passassem por testes a cada três anos (POPHAM, 1988). Apesar de ter ajudado a modernizar a sociedade chinesa, os apadrinhamentos ainda eram o caminho mais fácil para o sucesso. A consequência era a admissão de pessoas desqualificadas.

Na Inglaterra, os concursos públicos eram vistos como uma das grandes descobertas inglesas do século XIX. Apesar disso, o acesso às faculdades e a bons empregos públicos eram, assim como na China, para os “amigos da corte”.

O relatório Coleman inaugurou a era da avaliação de larga escala nos Estados Unidos. Desde então, os avanços tecnológicos permitiram que estas avaliações fossem feitas periodicamente. Atualmente, o National Assessment of Educational Progress (NAEP) avalia o aprendizado dos alunos. Além disso, os Estados Unidos participam regularmente de pesquisas patrocinadas pela International Association for the Evaluation of Educational Achievement (IEA). Diversos estados americanos também criam as suas próprias avaliações para que alunos sejam promovidos ou recebam o diploma de nível médio. Para poder receber os benefícios do governo federal, as escolas americanas precisam prestar contas do progresso dos seus alunos (SOUZA, 2005 46, p.1)

Neste trabalho, usaremos como guia a classificação criada por Guba e Lincoln (1989). Para estes autores, a evolução da avaliação pode ser classificada em quatro gerações: orientada à medição; orientada à descrição; orientada ao julgamento e nova geração orientada à negociação. Eles levam em consideração o lado humano, político, social, cultural e o contexto. Segue uma resenha de cada uma das quatro gerações:

### **Primeira Geração – Medição**

Se considerarmos os registros do processo de seleção dos funcionários públicos chineses citados no início desta seção, pode-se dizer que testes são usados há centenas de anos para determinar se os avaliados atingiram um determinado grau de conhecimento de um assunto. E pode-se dizer também que esta situação perdura até hoje.

Nesta fase, os termos avaliação e medição possuíam o mesmo sentido e o papel do avaliador era essencialmente técnico. Os escores alcançados pelos alunos eram tomados como concreta evidência do grau de conhecimento que eles haviam alcançado.

### **Segunda Geração – Descrição**

A segunda geração se desenvolveu para suprir uma séria deficiência da primeira geração, que tinha o foco no aluno como objeto de avaliação. Pouco depois da Primeira Guerra Mundial, ficou claro que os currículos escolares precisavam de uma profunda revisão. Após a guerra, as escolas secundárias começaram a receber um grande fluxo de estudantes que raramente tinham ido além dos níveis elementares de aprendizado. Em contrapartida, estes estudantes tinham aspirações que não estavam de acordo com o currículo da época. Muitos deles viam a escola secundária como uma oportunidade de adquirir habilidades que os fizessem conquistar uma situação social e financeira superior a dos seus pais. Mas as escolas não estavam preparadas para isso.

Em 1932, Ralph W. Tyler, professor da Ohio State University, foi designado para ser o diretor de pesquisa da *Eight Year Study*, uma pesquisa que comparava a performance de estudantes preparados nas progressivas high schools com os preparados nas escolas convencionais. Tyler percebeu que o que tinha de ser avaliado não era os alunos e sim a qualidade dos programas educacionais (POPHAM, 1988, p.2). Surge então a avaliação de programas: a preocupação de saber como funcionavam os currículos escolares e em que medida os objetivos pretendidos podem ser alcançados. Diz-se que é uma avaliação orientada à descrição porque pretende verificar a relação entre o desempenho dos alunos e os objetivos de um programa. Esta geração durou até o final da década de 1950.

Surtem então as taxonomias de objetivos educacionais, sendo a mais conhecida a de Benjamin Bloom, que classificava os objetos em três domínios: o Cognitivo, o Afetivo e o Psicomotor (ROQUE, 2004, p. 28).

É neste momento que se faz a distinção entre o conceito de avaliação somativa, mais associada à prestação de contas, e a avaliação formativa, mais associada ao desenvolvimento, à melhoria das aprendizagens e à regulação dos processos de ensino e de aprendizagem.

### **Terceira Geração – Julgamento**

Em outubro de 1957, os norte-americanos ficaram chocados ao ver o lançamento do satélite Sputnik pela União Soviética. Como podia outra nação superar os Estados Unidos da América em assuntos técnicos e científicos? Aquele foi um acontecimento embaraçoso. Como consequência, foram feitas grandes quantidades de investimentos federais para o desenvolvimento de uma nova forma de abordar o currículo de ciências e matemática. (POPHAM, 1988, p.2).

Este fato marcou o início da terceira geração. O avaliador continua a exercer a função de descrever e mensurar, mas agora também tem a função de julgamento. Ou seja, precisa estabelecer os méritos do programa avaliado em função de referenciais externos. Isso inclui o contexto em que o aluno vive, os professores, os pais, os alunos e outros.

Embora o avaliador exerça o papel de juiz diante dos fatos apresentados, a definição de critérios é essencial para um julgamento justo.

### **Quarta Geração – Negociação**

Um dos fatores que impulsionou esta nova geração foram as mudanças paradigmáticas que tomaram força nas ciências e que permitiram o florescimento da sociedade da informação, da globalização e, na área de ciências humanas, a linha do construtivismo social.

Até o início do século XX, predominava na ciência o método científico baseado no modelo mecanicista proposto por René Descartes em seu “Discurso do Método”. As descobertas de deste período provaram a impossibilidade de determinar até mesmo a realidade dos resultados de uma observação, derrubando o preceito de que “para conhecer o todo basta conhecer as partes” ao demonstrar que muitos fenômenos não possuem explicação se não encarados dentro de uma situação ou sistema e, sobretudo, derrubaram o preceito de que o objeto é separado e independente do observador, mostrando que o que conhecemos daquilo que acreditamos ser o objeto real é apenas o resultado de nossa intervenção nele e não o objeto em si (FARIA, 2009b).

O filósofo Alemão Immanuel Kant (1724-1804) reconhecia que não há como um fenômeno ser observado sem que o observador afete o que está sendo observado. Portanto, o observador passa a fazer parte do que está sendo observado.

Esta nova maneira de ver as coisas mostrou que nem tudo era previsível como a mecânica clássica dizia. A ciência passou a lidar com a incerteza onde existem apenas leis probabilísticas. É a migração de um pensamento simplista para um que lida com a complexidade e a incerteza. Esta visão da complexidade se expande nos sistemas sociais constituídos por seres que vivem no instável ambiente global.

As três primeiras gerações de avaliação enquadram-se em um paradigma positivista, onde a realidade é única e pode ser apreendida por uma visão objetiva. Já a quarta geração lida com o ambiente complexo, caótico. A quarta geração se apoia em um paradigma construtivista (RODRIGUES, 2009) e está preparada para lidar com as múltiplas fontes de informação geradas pelo ambiente complexo em que vivemos.

A quarta geração é uma forma de avaliação, em que as reivindicações, preocupações e características dos interessados (*stakeholders*) são base para o projeto de avaliação. O avaliador leva

em consideração que os resultados da avaliação são de interesse do avaliado. O avaliador reconhece que a avaliação está relacionada aos valores, contexto cultural, social e físico dos interessados. Toda avaliação expõe o avaliado a uma situação de risco. Por isso, o avaliador deve se preocupar com os aspectos éticos, respeitando a integridade e a privacidade dos avaliados.

### **2.3 Perspectiva: um retrato da Avaliação Educacional no Brasil.**

No Brasil, a avaliação educacional tem sido um objeto de estudo entre os acadêmicos e uma peça de retórica entre os formuladores da política educacional, pois nem os resultados dos estudos nem as diretrizes legais para a avaliação alcançam a sala de aula.

A lei de diretrizes e bases (LDB 9.394/96), no artigo 24, Inciso V reconhece os novos paradigmas da avaliação, mostrando que ela deve ser contínua, com atenção especial aos aspectos qualitativos e não simplesmente uma ferramenta de aprovação/reprovação: “avaliação contínua e cumulativa do desempenho do aluno, com prevalência dos aspectos qualitativos sobre os quantitativos e dos resultados ao longo do período sobre os de eventuais provas finais”.

No final do artigo, há a garantia de respeito ao ambiente em que se insere a instituição de ensino: “Parágrafo único: Cabe ao respectivo sistema de ensino, à vista das condições disponíveis e das características regionais e locais, estabelecer parâmetro para atendimento do disposto neste artigo”.

Outros artigos da LDB que mostram uma visão moderna desta lei:

- Igualdade de condições para o acesso e permanência na escola
- Pluralismo de idéias e de concepções pedagógicas
- Valorização do profissional da educação escolar

O artigo 62 trata da formação de docentes:

Art. 62. A formação de docentes para atuar na educação básica far-se-á em nível superior, em curso de licenciatura, de graduação plena, em universidades e institutos superiores de educação, admitida, como formação mínima para o exercício do magistério na educação infantil e nas quatro primeiras séries do ensino fundamental, a oferecida em nível médio, na modalidade Normal.

O Censo dos profissionais do magistério da educação básica 2007<sup>1</sup> fornece uma série de informações úteis para saber como os objetivos da Lei de Diretrizes e Bases (LDB) estão sendo alcançados. A seguir veremos alguns aspectos desta pesquisa.

Com relação à “Valorização do profissional da educação escolar”, a tabela 2.1 mostra como a intenção está longe da realidade.

---

<sup>1</sup> [http://www.publicacoes.inep.gov.br/arquivos/%7B9E42B24E-99D1-4885-8993-1F5F6588EA1B%7D\\_mioloRELATOSDEPESQUISA38.pdf](http://www.publicacoes.inep.gov.br/arquivos/%7B9E42B24E-99D1-4885-8993-1F5F6588EA1B%7D_mioloRELATOSDEPESQUISA38.pdf)

Tabela 2.1 Salário dos profissionais do magistério da educação básica regular (R\$)

Unidade da Federação / Dependência Administrativa / Localização	Educação Infantil			Classe de Alfabetização	Ensino Fundamental			Ensino Médio
	Total	Creche	Pré-Escola		Total	1ª a 4ª série	5ª a 8ª série	
Brasil	672,25	527,44	719,74	616,27	749,22	680,20	854,56	1.059,80
Pública	692,68	544,40	744,90	617,20	740,42	672,44	844,67	1.017,00
Federal	1.406,90	816,67	1.665,20	2.120,20	2.306,10	2.195,80	2.392,80	2.509,90
Estadual	928,53	869,06	943,88	878,47	913,69	866,87	949,45	994,80
Municipal	675,51	534,45	727,27	569,38	635,82	595,94	719,47	728,23
Privada	596,02	446,47	633,14	612,25	856,68	777,45	979,81	1.350,60
Rural	417,29	365,57	428,14	413,06	486,12	451,99	558,55	1.077,40
Urbana	704,42	543,55	759,08	664,78	828,53	766,13	906,98	1.059,40
Norte	511,96	487,34	517,90	542,66	711,04	627,02	894,40	1.233,20
Nordeste	386,42	350,40	397,47	397,19	505,61	452,96	587,69	846,11
Sudeste	862,24	627,53	911,42	873,64	975,79	900,18	1.089,00	1.179,60
Sul	635,30	551,81	686,26	782,13	832,17	748,09	932,42	1.030,60
Centro-Oeste	756,08	629,75	810,79	789,16	865,00	821,68	928,81	1.132,10

Fonte: <<[http://www.publicacoes.inep.gov.br/arquivos/%7B9E42B24E-99D1-4885-8993-1F5F6588EA1B%7D\\_mioloRELATOSDEPESQUISA38.pdf](http://www.publicacoes.inep.gov.br/arquivos/%7B9E42B24E-99D1-4885-8993-1F5F6588EA1B%7D_mioloRELATOSDEPESQUISA38.pdf)>> p. 55

A pesquisa do INEP mostra como o artigo 62, que define a formação para os professores do nível básico, está longe de ser colocado em prática. Um em cada cinco professores de educação básica (20,3%) não poderia dar aulas se a legislação fosse realmente cumprida no país. Entre os que dão aula para alunos de quinta a oitava série, quase um terço não tem diploma com licenciatura, que é obrigatória. A pesquisa também revela o grau de formação/nível de escolaridade dos profissionais do magistério da educação básica, conforme mostra o gráfico 2.1.

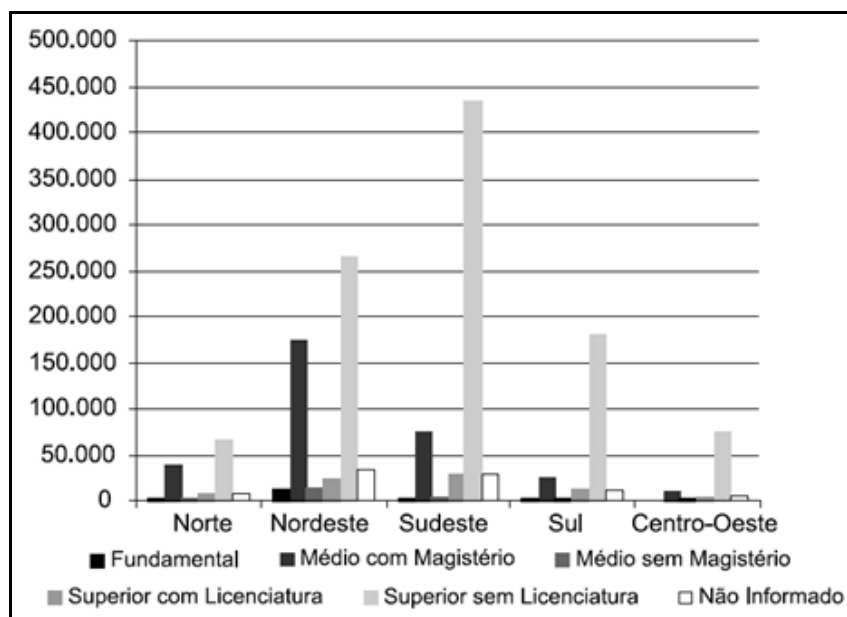


Gráfico 2.1 Grau de formação/nível da escolaridade dos profissionais do magistério da educação básica

Fonte: <<[http://www.publicacoes.inep.gov.br/arquivos/%7B9E42B24E-99D1-4885-8993-1F5F6588EA1B%7D\\_mioloRELATOSDEPESQUISA38.pdf](http://www.publicacoes.inep.gov.br/arquivos/%7B9E42B24E-99D1-4885-8993-1F5F6588EA1B%7D_mioloRELATOSDEPESQUISA38.pdf)>> p.56



Algumas iniciativas para reverter este quadro são o programa Pró-Licenciatura e a Universidade Aberta do Brasil (UAB).

O programa Pró-Licenciatura é uma iniciativa do Ministério da Educação que visa qualificar professores de 5ª a 8ª série do ensino fundamental e do ensino médio, que atuam em instituições públicas de ensino e que não tem a formação exigida. Eles receberão bolsas de estudo e a oportunidade de fazer a graduação, em serviço e a distância, em instituições públicas (PRÓ-LICENCIATURA, 2009).

O Sistema Universidade Aberta do Brasil (UAB) não é uma nova instituição de ensino, mas sim, a articulação das já existentes, levando, através do ensino a distância, o ensino superior público aos municípios brasileiros que não possuem cursos de formação superior ou cujos cursos ofertados não são suficientes para atender a todos os cidadãos. A UAB tem como prioridade a formação de professores para a Educação Básica (UAB, 2009).

No que diz respeito à avaliação o desafio é ainda maior.

Mendes (2006), em sua dissertação de mestrado para a Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo (USP), desenvolveu uma pesquisa que visava a identificar, nos cursos de licenciatura, as aprendizagens sobre avaliação propiciadas aos estudantes.

A pesquisa foi realizada em uma instituição de ensino superior, pública, federal, que oferece 16 cursos de graduação, na modalidade licenciatura, e 7 deles foram selecionados para a pesquisa. Foram feitas entrevistas com os coordenadores e em seguida com formandos.

Mendes (2006), após as primeiras análises, afirma:

[...] foi possível perceber a denúncia de um sistema avaliativo organizado de maneira autoritária e centralizadora, voltado mais para a verificação da aprendizagem do que para a sua promoção, utilizando-se de instrumentos avaliativos restritos e provas e trabalhos com função de julgar o resultado final e não o processo de aprendizagem.

A pesquisa consistia de perguntas abertas, convidando os licenciandos a expressar suas opiniões. Quando perguntados sobre como eles foram avaliados durante a sua formação, os estudantes davam respostas curtas, não utilizando mais de três linhas para tal. Isso foi contra as expectativas, já que se esperava que alunos com este perfil pudessem ter uma visão mais ampla sobre as práticas de avaliação por eles vivenciadas. O resultado pode ser observado no gráfico 2.2.

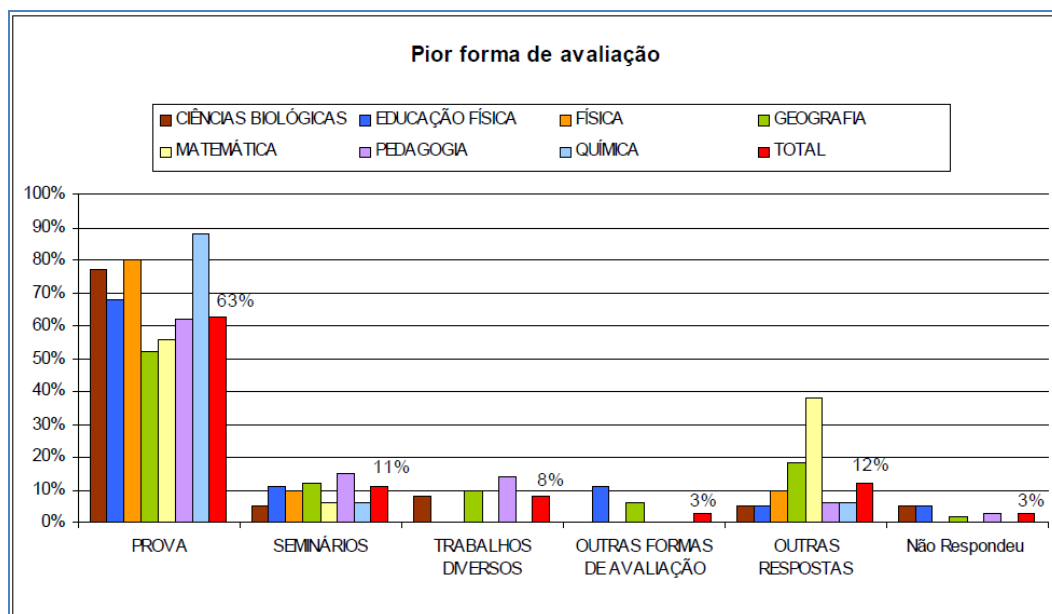


Gráfico 2.2 A avaliação da aprendizagem nos cursos de licenciatura por meio das experiências negativas de avaliação.

Fonte: Mendes, 2005, p. 67.

Mendes (2005: 67) relata as suas conclusões: “Como pode ser observado, em 63% das ocorrências, os alunos rejeitaram as provas, grandes responsáveis pelas marcas e “traumas” da avaliação – muito mais punitiva do que formativa”.

Em outra questão sobre a melhor forma de avaliação, 7% das ocorrências indicam que os estudantes não tiveram nenhuma experiência positiva em seus cursos de licenciatura. Mendes (2005) cita o estudo de Ludke e Mediano (1992), que identifica que a falta desta vivência durante a formação profissional é uma das principais causas das dificuldades dos professores do ensino fundamental para lidar com avaliação.

Outra importante informação produzida por este trabalho é sobre o tratamento que é dado aos resultados da avaliação (Gráfico 2.3). Em 29% das ocorrências, os professores fazem o registro e depois continuam o trabalho como se nada tivesse acontecido. Em 13%, os professores tinham uma reação de desagrado, ou chamavam a atenção dos alunos. Em 26%, aplicam outra prova, o que em si não contribui muito para o processo de aprendizagem. Somente em 5% dos casos era tomada alguma ação que mudava a situação avaliada.

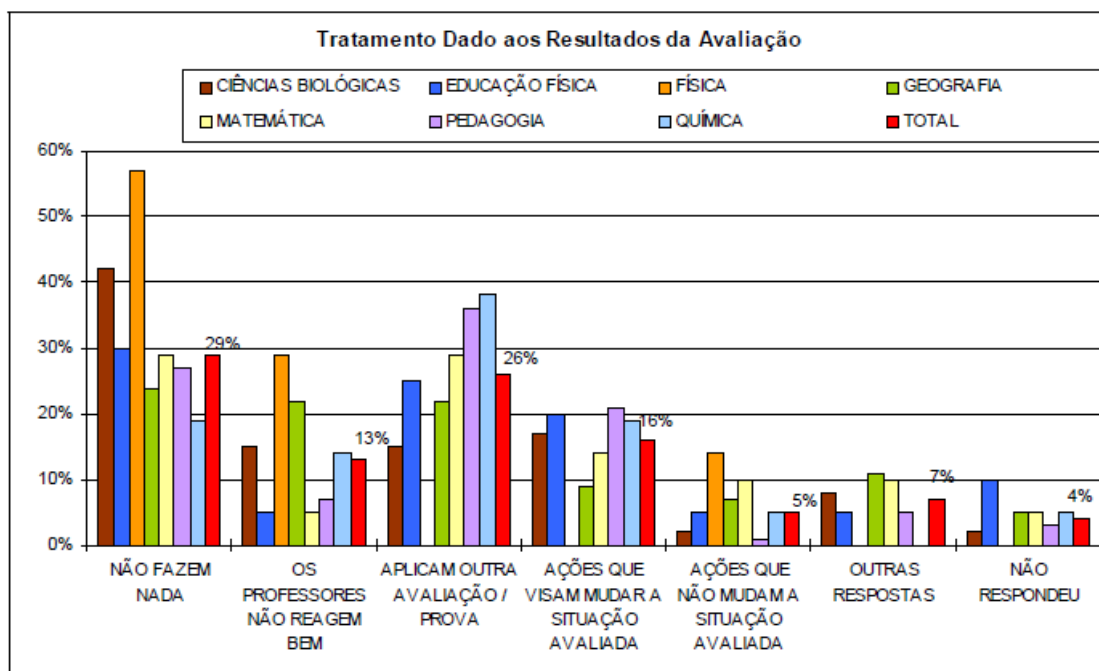


Gráfico 2.3 A avaliação da aprendizagem nos cursos de licenciatura e o tratamento dados aos resultados da avaliação, por parte do professor.  
Fonte: Mendes, 2005, p. 76.

A declaração de um dos alunos entrevistados ilustra bem o que acontece normalmente nas avaliações tradicionais: “É complicado tratar desta questão porque geralmente a nota é lançada no final do semestre, daí não temos mais aula e fica por isso mesmo. Os resultados são dados pela Internet ou afixados nas portas das salas dos professores”.

Outra informação de interesse ao nosso trabalho está no Gráfico 2.4, que mostra que praticamente não é dado tratamento aos erros cometidos pelos alunos no processo de avaliação. Ou seja, a avaliação não é usada como fonte de informações para o processo pedagógico.

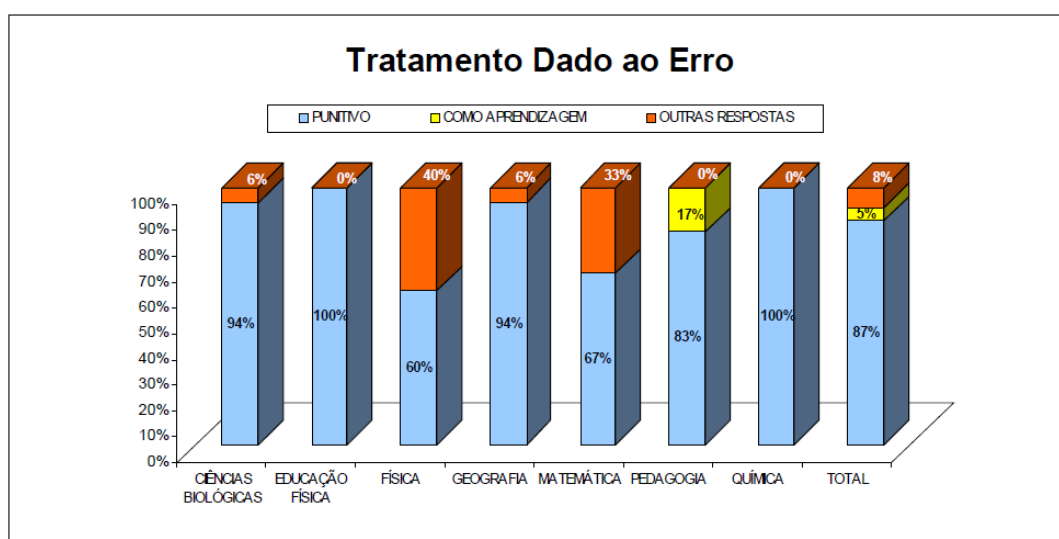


Gráfico: 2.4 A avaliação da aprendizagem nos cursos de licenciatura e o tratamento dado ao erro durante o processo avaliativo.  
Fonte: Mendes, 2005, p. 83.

Os dados analisados nesta seção mostram que houve um avanço no que diz respeito à compreensão da importância da avaliação, conforme demonstrado na LDB. No entanto, este conhecimento ainda não chegou à maioria dos professores. Isso se deve a diversos fatores como, por exemplo, a imensidão do nosso país e suas diversidades, problemas na formação dos professores, falta de capacitação para lidar com as TIC, baixa remuneração e elevadas jornadas de trabalho.

#### **2.4 Expectativas: Avaliação Educacional com base nas TIC**

Um grande avanço sociotécnico foi observado quando os computadores, antes restritos a ambientes corporativos, passaram a fazer parte da vida de pessoas comuns. Nas camadas sociais mais favorecidas não se fala mais em comprar o primeiro computador, e sim em comprar o segundo ou terceiro. A 19ª Pesquisa Anual do mercado brasileiro de informática e uso da tecnologia nas empresas da Escola de Administração de Empresas de São Paulo da Fundação Getúlio Vargas revelou que em 2007 foram vendidos 10,5 milhões de computadores. O número é 42% superior ao registrado pelo segmento no ano anterior. Mas, mais do que isso, marca a primeira vez na história do País em que a comercialização de micros ultrapassa a de televisores (ANGELO, 2008).

Não é difícil imaginar, por exemplo, como aulas de geografia e história podem se tornar muito mais dinâmicas e interessantes com o uso de ferramentas como o Google Earth ou o acesso a museus virtuais.

Se a avaliação educacional já era problemática no ambiente presencial de ensino é de se esperar que no ambiente virtual ela se transformasse em algo ainda mais difícil. Mas, se por um lado ela se torna mais complexa, por outro surgem oportunidades fantásticas só possíveis com o uso da tecnologia. Há de se ter o cuidado de não usar a tecnologia para perpetuar práticas antigas que já demonstravam ser ineficientes no antigo modelo.

Assim, embora o tema Avaliação da Aprendizagem na EAD com auxílio das TIC seja muito rico em possibilidades, o fato é que as pesquisas neste campo encontram-se ainda em um estágio muito embrionário de pesquisa, não havendo ainda um modelo ou propostas consolidadas.

As novas tecnologias permitem a aproximação da proposta de Piaget, em que “compreender é inventar, ou reconstruir através da reinvenção”.

Piaget afirma que a construção da inteligência dá-se em períodos sucessivos, com complexidades crescentes, encadeados uns aos outros (sensório-motor, pré-operacional, operacional-concreto, operacional-formal. Sua teoria não tem intenção pedagógica, mas tem sido

usada como um importante referencial teórico. Piaget considera o processo de desenvolvimento como resultado da assimilação, acomodação e equilíbrio. A mente tende ao equilíbrio aumentando, permanentemente, seu grau de organização interna. Entretanto, quando este equilíbrio é rompido por experiências não assimiláveis, a mente se reestrutura (acomodação), a fim de construir novos esquemas de assimilação e atingir novamente o equilíbrio. Este processo de equilíbrio é construído em interação com o meio físico e sociocultural e com as suas reflexões sobre estas experiências. (MOREIRA, 1999).

Os conteúdos não são concebidos como fins em si mesmos, mas como instrumentos que servem ao desenvolvimento evolutivo natural. Isso leva a um método que valoriza o descobrimento por parte do aluno, ao invés de recebimento passivo através do professor. Diante desta ótica, percebe-se a construção da autonomia dos alunos e uma consequente mudança no papel do professor.

As TIC podem ser poderosas aliadas a estas idéias.

Os chats e fóruns, apenas para citar alguns exemplos, promovem a participação e a cooperação entre os estudantes. Um bom uso destas ferramentas acontece quando o professor, ou, em certas situações, o próprio aluno, lança um tema e deixa que os alunos discutam sobre ele. Toda a troca de informações fica registrada, não há como se esconder sem que isso seja notado. A complementação ou o choque de idéias faz com que o envolvimento do aluno com o tema estudado alcance um nível muito superior ao que ele alcançaria em um processo tradicional da informação, fluindo em uma única direção – do professor para o aluno. Ao colocar as idéias em uma forma escrita, o aluno tem de se preocupar com a organização, clareza, lógica do texto, o que acaba por refinar ainda mais o processo de aprendizagem. Segundo Alex Primo (2006) todos os trabalhos escritos (chats, fóruns, trabalhos enviados etc.) passam a fazer parte da avaliação do aluno. Ou seja, o processo de avaliação se torna contínuo durante todo o curso. Cabe ao professor saber usar da melhor forma possível as ferramentas de tecnologia disponíveis e o banco de dados com informações dos alunos.

Tecnologias ainda em amadurecimento, como celulares inteligentes e televisão digital, abrem um novo horizonte de oportunidades. As pessoas passam a estar conectadas permanentemente e podem aproveitar qualquer momento ocioso – em filas, engarrafamentos – para estudar.

Existem várias formas de classificar as tecnologias de comunicação pela Internet. Uma delas é se a comunicação é síncrona ou assíncrona. Comunicação síncrona é aquela em que todos os participantes estão presentes simultaneamente e conversam em tempo real. Exemplos deste tipo de comunicação são a videoconferência e o chat. Comunicação assíncrona é aquela em que

se enviam mensagens que serão lidas em um momento posterior. Não há a expectativa dos participantes de que haja uma resposta imediata. Exemplo deste tipo de comunicação são os e-mails e os fóruns.

Diversas universidades brasileiras têm feito trabalhos importantes no uso da TIC na avaliação. Podemos destacar a Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro - PUC-RJ (<http://www2.dbd.puc-rio.br/>), a Universidade de Campinas – UNICAMP (<http://www.ic.unicamp.br/cpg/interno/defesas/mestrado-doutorado>) e a Universidade Federal do Rio de Janeiro - UFRJ. Este trabalho, desenvolvido no Programa de Pós-Graduação em Informática do Instituto de Matemática (IM) do Núcleo de Computação Eletrônica (NCE) da UFRJ se encaixa em uma linha de pesquisa que tem produzido nos últimos anos diversos trabalhos nesta área (parte desta produção encontra-se disponível em [<http://www.nce.ufrj.br/GINAPE/>](http://www.nce.ufrj.br/GINAPE/)). Por este motivo, são destacados nesta seção alguns trabalhos deste grupo que tiveram como objetivo o desenvolvimento de uma ferramenta de avaliação (Quadro 2.2). Parte destes trabalhos estão disponíveis na plataforma Pii, tornando-a uma plataforma rica em ferramentas de avaliação.

Quadro 2.2 Alguns trabalhos sobre Avaliação do grupo GINAPE/UFRJ

<b>Título, autor, ano</b>	<b>Ferramenta de Avaliação</b>
Uma proposta de um modelo de avaliação de aprendizagem por competência para cursos a distância baseados na web. (GIANNA, 2004).	Avaliação baseada em competência em atividades de projetos (Módulo aluno e módulo professor).
GRS : Gerador de redes sistêmicas na web : um instrumento de apoio ao desenvolvimento cooperativo e a distância de atividades acadêmicas, (CHAMOVITZ, 2004).	Gerador de redes sistêmicas.
Uma Proposta de Formação Continuada de Professores via Internet e por meio da Discussão de Questões de Provas e Testes (ARAUJO, 2004).	Fórum de discussão síncrono e assíncrono com uma série de recursos didáticos que auxiliam a avaliação
Projeto de recuperação paralela da Matemática básica através da utilização de objetos de aprendizagem multimídia (ALTOÉ, 2005).	Modelo de avaliação para a recuperação paralela de alunos usando instrução personalizada e objetos de aprendizagem.
Estudo e implementação da análise de agrupamento em ambientes virtuais de aprendizagem (AZAMBUJA, 2005).	Formação de grupos de alunos com base na Análise de Agrupamento aplicada ao arquivo de LOG de um AVA.
Avaliação da aprendizagem em atividades colaborativas em EAD viabilizada por um fórum categorizado (LOPES, 2007)	Fórum (pré) categorizado das mensagens trocadas em um fórum educacional
Uma Proposta de Ambiente Virtual Cooperativo para Auxiliar Processos do Exame Celpe-Bras (NASCIMENTO, 2008)	Sistema informatizado para automatização e gerenciamento das etapas (matriz de correção, treinamento dos avaliadores e correção) de um processo de seleção
Arquitetura de avaliação educacional em fórum de discussão Temático (GONÇALVES, 2009).	Sistema de avaliação para fóruns educacionais (SAFE)
Mosaico – Modelo de serviços pela internet orientado a objetos. (este trabalho).	Modelo de serviços pela internet orientado a objetos (Mosaico core e Mosaico estatístico)

Fonte: Elaborado pelo autor.

Segue abaixo uma relação de algumas ferramentas da TIC que podem ser utilizadas no processo de avaliação.

### Portfólio

É uma área oferecida para os alunos guardarem as suas produções individuais ou dos seus grupos.

## Fórum

Gonçalves (2009) define fórum de discussão como uma ferramenta de comunicação assíncrona, originada nas listas de discussão, que permite a publicação de idéias, comentários e sugestões. Ele pode ser aberto ao público ou fechado para um grupo reservado de pessoas. Alguns fóruns permitem a visualização das mensagens de forma linear (por ordem de postagem) ou encadeadas por assunto. Em alguns, ainda é possível anexar arquivos e links, saber se a mensagem foi lida. Toda a troca de mensagens fica registrada. No seu uso educacional, normalmente a troca de mensagens inicia com um tema proposto pelo professor ou pelos alunos.

Avaliar um fórum pode ser algo desafiador. Por isso, é importante encontrar critérios de avaliação que guiem o educador. Barilli (SOUZA, 2006) cita um curso da Fiocruz que usa os seguintes critérios (Quadro 2.3):

Quadro 2.3 Critérios para avaliação de fóruns.

<b>Critérios</b>	<b>Pontos</b>
Consistência dos debates – O aluno é avaliado levando-se em consideração a lógica e a coerência do raciocínio nas intervenções.	10
Clareza – O aluno deve expressar suas opiniões de forma clara e objetiva, obedecendo as normas da língua portuguesa.	10
Interação – Mede a intensidade que o aluno participa nas discussões	10

Fonte: Souza, 2006.

A pontuação dada a cada critério pode variar de 0 a 10 e a soma destes pontos indicará o grau que o aluno alcançou.

Santoro, Borges e Santos (2004, apud Souza, 2006) sugerem critérios para analisar o nível de cooperação (Quadro 2.4):

Quadro 2.4 Critérios para avaliação do nível de colaboração em fóruns.

<b>Critério</b>	<b>Descrição</b>
Comunicação	Grau de interação em discussões e diálogos, analisado pela qualidade das mensagens trocadas.
Construção Coletiva	Grau de contribuição, analisado pela quantidade e qualidade de contribuições na construção de um produto coletivo e pela construção/inferência sobre as construções de outros membros do grupo
Coordenação	Grau de concentração e organização, analisado pela presença de liderança, pelo envolvimento com a definição do processo e pelo cumprimento das tarefas
Percepção	Grau do entendimento do processo, analisado pelo entendimento da tarefa e suas interrelações.

Fonte: Santoro, Borges e Santos (2004, apud Souza, 2006).

Exemplos de pesquisas nesta área:

- Lopes (2007), em sua dissertação de mestrado do GINAPE/UFRJ, apresenta um protótipo de um fórum categorizado de acordo com uma taxonomia que estrutura as mensagens,



com a finalidade de apresentar para o professor uma dinâmica da participação e indicadores de aprendizagem que colaborem com suas decisões.

- Gonçalves (2009), em sua dissertação de mestrado do GINAPE/UFRJ, criou o SAFE (Sistema de Avaliação em Fóruns Educacionais). Nesta proposta, o avaliador cria os seus próprios critérios de avaliação e o SAFE fornece ferramentas que agilizam o processo de avaliação (Figura 2.1).

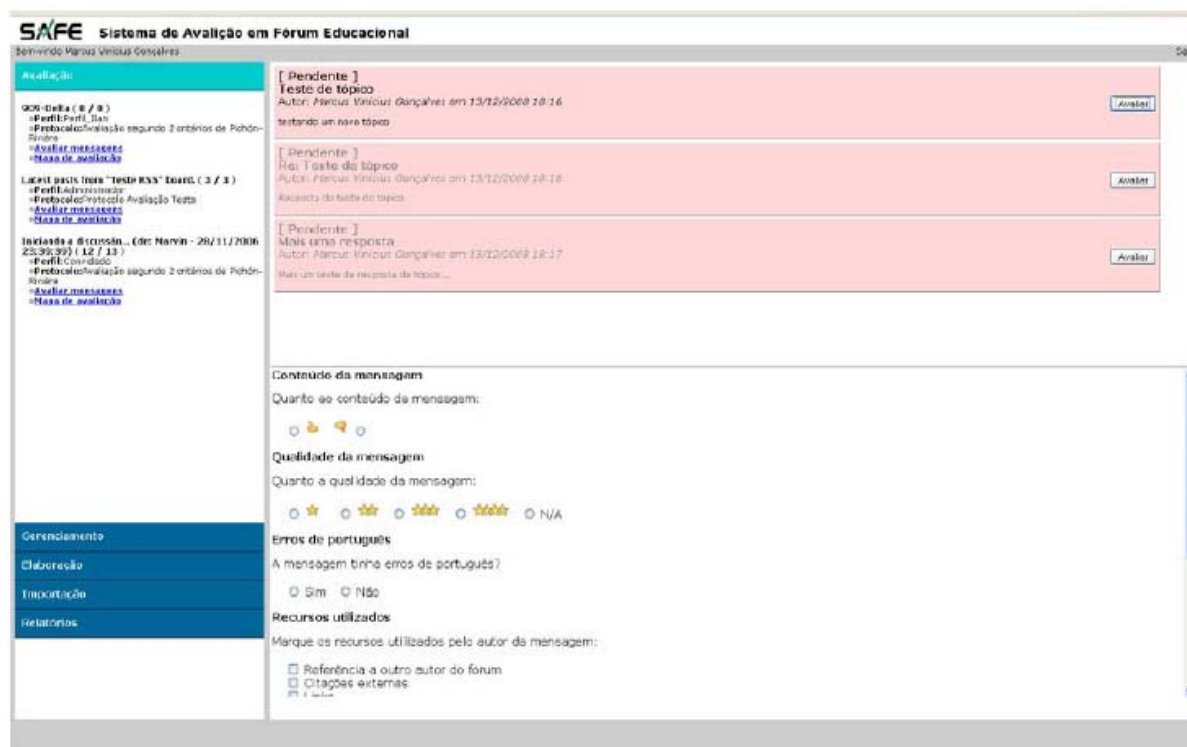


Figura 2.1 SAFE – Sistema de Avaliação em Fóruns Educacionais (GONÇALVES, 2009).  
Fonte: Gonçalves, 2009.

## Chat

O chat tem um grande potencial para incentivar o diálogo em tempo real. Alguns chats registram todo o diálogo para posterior consulta. Não é uma ferramenta para criação de textos longos. A natureza caótica dos chats propicia a criação de idéias sem preocupação com organização do texto ou clareza. Os desafios para seu uso como ferramenta de avaliação são semelhantes aos dos fóruns.

Exemplos de pesquisas nesta área:

- Araujo (2004), em sua dissertação de mestrado do GINAPE/UFRJ, visava à capacitação dos professores de física, através da aplicação da metodologia criada por Eric M. Rogers, desenvolveu a Pii\_Debyte (Integrada à plataforma Pii). O Pii\_Debyte é um chat avançado com características importantes para que ela seja utilizada no processo de avaliação: ficha de cadastro com dados pessoais e sociais; constituição de diferentes grupos temáticos de

caráter público ou privado; agendamento de sessões; Atribuição de papéis e responsabilidades diferenciadas aos participantes (coordenador, moderador, relator e debatedor); registro em atas e relatórios; transferência de arquivos sem a necessidade de precisar sair da sessão; acesso rápido ao nível de participação de cada debatedor: linha de diálogo separadamente, número de intervenções, tempo de participação; sistema de votação sim/não e de manifestação de opinião em escala de intensidade do tipo Likert; Uso de mesas digitalizadoras de baixo custo, para envio de esboços, equações e desenhos; Envio opcional de e-mail para os que não estão conectados no modo assíncrono; controle de tempo de atualização das mensagens enviadas; uso de áudio e vídeo através do MS Messenger ou outro dispositivo.

- Pimentel (2002), em sua dissertação de mestrado do Ginape/UFRJ, propôs uma solução para o ambiente caótico em que as salas de bate-papo (chats) podem se tornar. Quando várias pessoas conversam ao mesmo tempo, muitas vezes a conversação se torna confusa, difícil de ser compreendida. O resultado é um emaranhado de mensagens onde fica difícil identificar quem está falando com quem sobre o quê. Esta confusão na conversação pode causar o problema aqui denominado "perda de co-texto". Sua proposta consistia na criação de "linhas de diálogo" (threads) para tornar a conversação mais compreensível, diminuindo a perda de co-texto. Este mecanismo foi implementado na ferramenta de bate-papo HiperDiálogo (integrada à Pii).

### **Logs de acesso**

Quase todas as ferramentas de TIC produzem um registro de ações dos alunos no sistema. Isso pode gerar bases de dados com grandes volumes de informação. À primeira vista, a simples contagem do número de ocorrências pode dar uma indicação da participação do aluno. Desafio maior é criar uma inteligência que possa gerar outras informações por meio da análise destes logs (Figura 2.2).

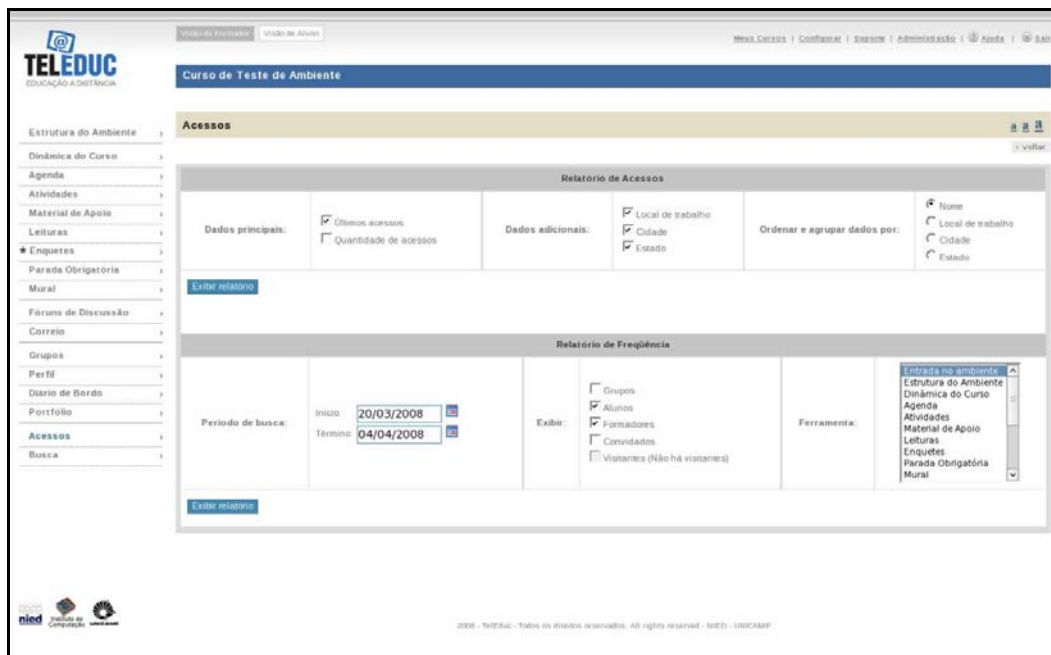


Figura 2.2 Análise de Logs do TeleEduC

Fonte: <http://teleduc.nied.unicamp.br/>

Exemplo de pesquisa nesta área:

- Azambuja (2005), em sua dissertação de mestrado do GINAPE/UFRJ, propôs a aplicação das técnicas estatísticas de Análise de Agrupamento em um conjunto de dados, apurados de um arquivo onde são registradas as informações relativas à participação de alunos em um Ambiente Virtual de Aprendizagem, como método de identificação e geração de grupos homogêneos para desempenhar tarefas em cenários pedagógicos. Cada grupo gerado por meio destas técnicas estaria apresentando aqueles alunos mais semelhantes, conforme os critérios pertinentes ao cenário pedagógico escolhido. Para ilustrar a aplicação desses estudos, ele propôs a criação de um protótipo (integrado à Pi). O gráfico 2.5 mostra o gráfico resultante desta análise, onde cada letra (ou a combinação letra e número) no eixo X corresponde a um aluno.

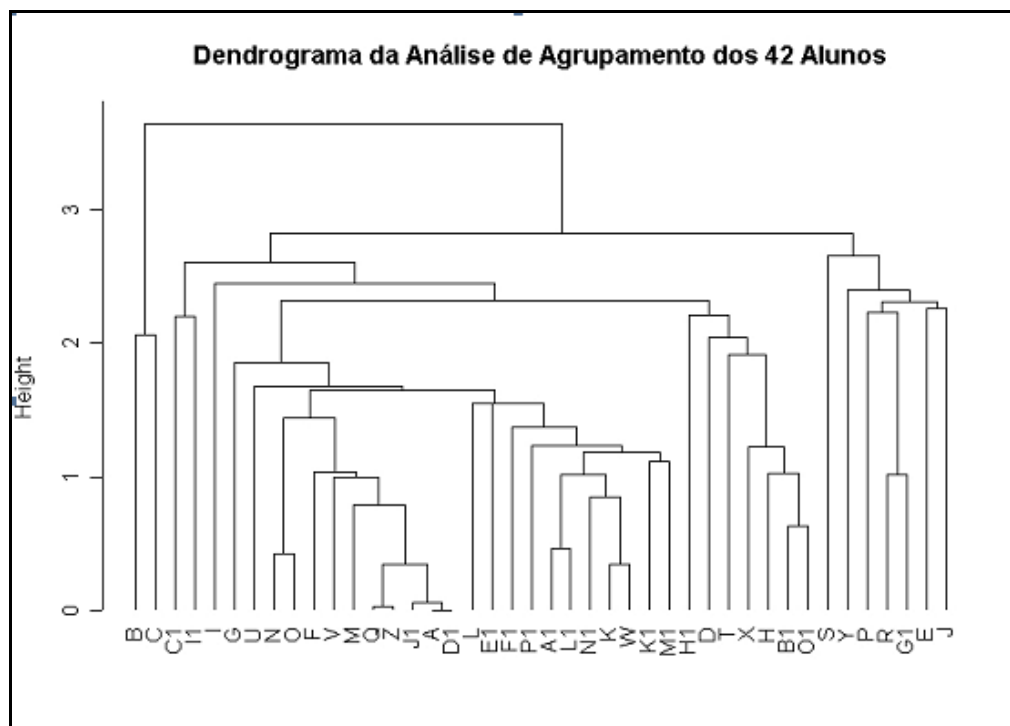


Gráfico 2.5 Dendrograma da análise de agrupamento  
Fonte: Azambuja (2005).

### Blog (diário de bordo)

Blogs são páginas que podem ser criadas na Internet sem que o usuário tenha de conhecer HTML ou tecnologias correlacionadas. As entradas são listadas em ordem cronológica reversa. O usuário pode postar (termo usado para se referir ao envio de conteúdo para o blog) textos, imagens, links e conectar a outros serviços como, por exemplo, o Youtube e o Twitter. Os blogs podem ser usados pelos alunos para registrar suas idéias e experiências. Estas informações podem ser úteis para o avaliador acompanhar o dia a dia do aluno no processo pedagógico.

### Mapas Conceituais

Um mapa conceitual é uma ferramenta para organizar e representar o conhecimento. Não existem regras rígidas para a sua criação e representação. Nele são representados os conceitos e suas relações, conexões ou associações. Os conceitos são representados por caixas e as relações, por linhas ou setas. Ele pode ser utilizado como ferramenta de avaliação para verificar o grau de entendimento do aluno sobre o que está sendo estudado. Ao ter de organizar as informações de uma forma estruturada, pensar de forma não linear e compreender as relações entre os conceitos, o aluno desenvolve novos saberes e é conduzido a aprofundar e consolidar o seu entendimento. Não existe um único mapa conceitual para representar um conhecimento. Pessoas com o mesmo grau de conhecimento criarão mapas com organizações e representações diferentes. Por isso, a

avaliação por intermédio de mapas conceituais é essencialmente qualitativa. Um exemplo mapa conceitual é apresentado na Figura 2.3.

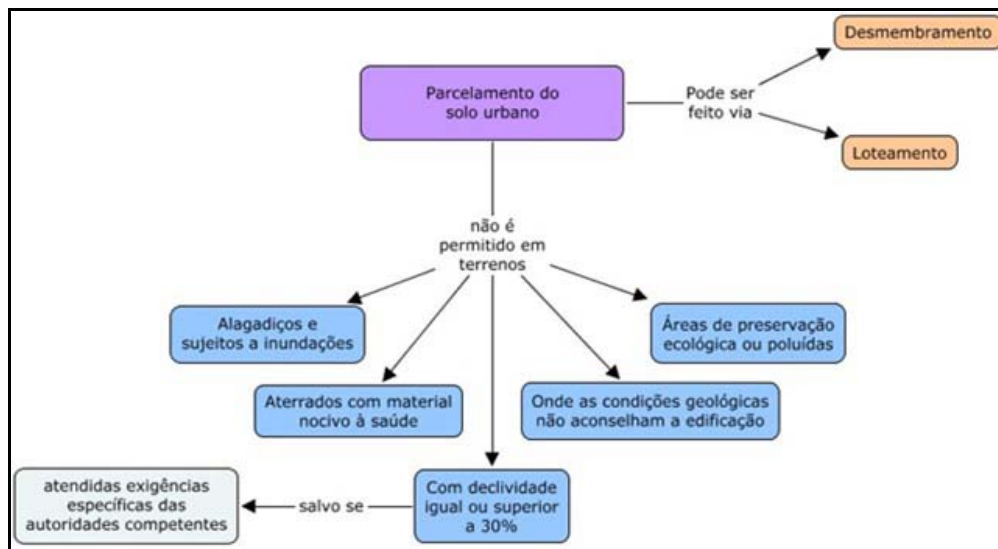


Figura 2.3 Exemplo de Mapa Conceitual

Fonte: <http://urbanidades.arq.br/2007/06/mapas-mentais-em-planejamento-urbano/>

O IHMC (Institute for Human and Machine Cognition) desenvolveu o Cmap Tools (<http://cmap.ihmc.us/conceptmap.html>), um programa que ajuda a construir Mapas Conceituais.

### Redes Sistêmicas

Existem outras formas de organizar e representar informação, como, por exemplo, redes sistêmicas.

A metodologia das Redes Sistêmicas serve para sistematizar dados qualitativos e facilitar a análise de informações. O modelo de redes sistêmicas busca o equilíbrio, não sendo tão simples quanto árvores hierárquicas e nem tão complexo quanto mapas conceituais (NOVAK, 1977). Ele foi originariamente desenvolvido e aplicado na área de Linguística e vem sendo usado desde o final da década de 1970 na área educacional, para auxílio em diversos problemas, dentre os quais: redução da quantidade de informações preservando a sua essência, melhoria da organização de dados qualitativos, preparação de material didático, representação de conhecimento e de relações humanas, linguagens de programação e desenvolvimento de software (CHAMOVITZ, 2004).

A Figura 2.4 mostra um exemplo de rede sistêmica.

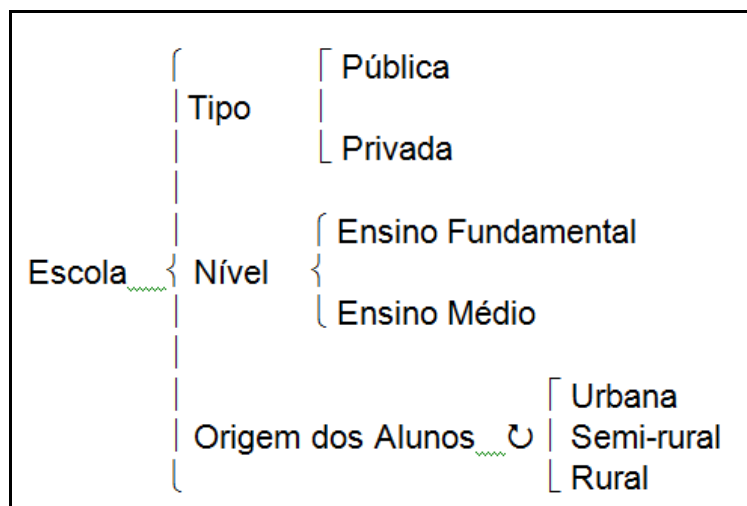


Figura 2.4 – Exemplo de rede sistêmica (CHAMOVITZ, 2004)

Fonte: Chamovitz, 2004.

Pesquisas relacionadas:

Chamovitz (2004), em sua dissertação de mestrado do GINAPE/UFRJ, desenvolveu um Gerador de Redes Sistêmicas que está disponível em <<http://api.adm.br/GRS/>> e na plataforma Pii.

### **Videoconferência**

A videoconferência permite contato visual e sonoro de pessoas que estão em lugares diferentes. Isso pode ser feito com equipamentos simples e de baixo custo, como webcams, ou com sofisticados equipamentos profissionais. Estes equipamentos permitem também que se compartilhem apresentações ou documentos.

A evolução da videoconferência é a Tele Presença (Figura 2.5), onde monitores de vídeo são dispostos em volta de uma mesa, de forma que os participantes que estão remotos aparecem em tamanho real, o que traz a percepção de que eles realmente estão presentes na sala.

Figura 2.5 Tele Presença ([www.cisco.com](http://www.cisco.com))Fonte: [www.cisco.com](http://www.cisco.com)

## Twitter

O Twitter é uma das últimas novidades da WEB e é um bom exemplo de novas tecnologias que podem ser usadas no ensino. Ele é um serviço de microblog que permite o envio de mensagens com no máximo 140 caracteres. Cada usuário pode cadastrar os seus contatos e ao enviar uma mensagem ela é recebida por todos. É uma excelente maneira de organizar reuniões de última hora ou rapidamente enviar uma novidade. O Twitter possui uma Interface de Programação de Aplicativo (API) que permite integrá-lo com outros serviços. Um dos criadores do Twitter foi Evan Williams que alguns anos antes criou o Blogger, um dos serviços mais populares de Blog.

Uma pesquisa no Google, em maio de 2009, com as palavras twitter e education retornou títulos como “Can we use Twitter for Educational Activities”,<sup>2</sup> “Educational Tool: Twitter”<sup>3</sup> e “50 Ideas on Using Twitter for Education”.<sup>4</sup> O próprio Twitter tem uma área sobre o seu uso na educação.<sup>5</sup>

## Ambientes Virtuais de Aprendizagem (AVA)

As plataformas AVA, ou em inglês Learning Management System (LMS), permitem disponibilizar conteúdo, monitorar as atividades dos alunos e avaliá-los. Muitos já se encontram em estágios avançados e compartilham as mesmas funções básicas, como por exemplo:

- Agenda do curso
- Matrícula do aluno no curso
- Biblioteca
- Chat
- Fórum
- E-mail
- Área para portfólio

Eles se diferenciam especialmente pela sua usabilidade e pela capacidade de customização e por serem sistemas abertos (sem custo) ou fechados.

Segue abaixo uma relação com algumas das plataformas de EAD disponíveis no mercado.

**Pii** (<http://pii.nce.ufrj.br/>)

---

<sup>2</sup> <http://adl.unap.ro/else/papers/015.-697.1.Grosseck%20Gabriela-Can%20we%20use.pdf>

<sup>3</sup> <http://www.informationasmaterial.com/wordpress/2009/02/educational-tool-twitter/>

<sup>4</sup> <http://cooper-taylor.com/blog/2008/08/50-ideas-on-using-twitter-for-education/>

<sup>5</sup> <http://twitter.com/education>

A Plataforma Interativa para Internet (Pii) é um ambiente de ensino-aprendizagem presencial e a distância que faz parte de um programa de pesquisa-ação em desenvolvimento pelo Grupo de Informática Aplicada à Educação – GINAPE do NCE/UFRJ. Como foi demonstrado nesta seção, um dos pontos altos da Pii é a quantidade de ferramentas de avaliação que ela possui.

### **Moodle** (<http://moodle.org/>)

O software Moodle é “open source” (gratuito), é multi-plataforma, pois pode ser instalado em diversos sistemas operacionais (Unix, Windows, Linux) que executem a linguagem PHP.

O Moodle é um ambiente virtual de aprendizagem – AVA, e pode ser chamado de LMS (Learning Management Systems – Sistemas de Gerenciamento de Aprendizagem). É um Sistema de Gestão de Aprendizagem em trabalho colaborativo, ou seja, é uma ferramenta de apoio à aprendizagem em um ambiente virtual, de fácil instalação e utilização, que permite aos educadores a criação de cursos on-line de qualidade (MOODLE, 2009; WIKIPEDIA, 2009).

As estatísticas do uso do Moodle (Tabela 2.2) mostra o alcance desta plataforma (MOODLE, 2009).

Tabela 2.2 Estatísticas do Moodle (maio/2009)

Sites registrados que usam o Moodle:	55.951
Número de países	210
Cursos	2.961.092
Professores	1.888.909
Sites com mais de 10.000 usuários	479
Número de downloads do Moodle em Abril de 2009	84.829

Fonte: <http://moodle.org/>

### **Teleduc** (<http://teleduc.nied.unicamp.br/>)

O TelEduc é um ambiente para a criação, participação e administração de cursos na Web. Ele foi concebido tendo como alvo o processo de formação de professores para informática educativa, baseado na metodologia de formação contextualizada desenvolvida por pesquisadores do Nied (Núcleo de Informática Aplicada à Educação) da Unicamp. Possui mais de 4 mil instituições cadastradas e foi traduzido para três idiomas. O TelEduc é um software livre; você pode redistribuí-lo e/ou modificá-lo sob os termos da GNU General Public License versão 2, como publicada pela Free Software Foundation.

O TelEduc oferece um modelo em construção de suporte à avaliação contínua e formativa. O foco das pesquisas que vêm sendo desenvolvidas no Projeto TelEduc, na área de suporte à avaliação, é facilitar a atuação dos formadores, provendo suporte flexível às principais tarefas desenvolvidas por estes no processo de avaliação formativa, principalmente no auxílio ao



acompanhamento, análise e regulação das participações dos aprendizes. Dessa forma, as pesquisas do grupo TelEduc estão sendo desenvolvidas em duas pontas: por um lado, espera-se facilitar o registro e recuperação de observações oriundas de análises de atividades acompanhadas pelos formadores ao longo do curso (notas, análise de relevância e comentários) e, por outro lado, espera-se reduzir a quantidade de informações a ser analisada, auxiliando o formador na identificação e recuperação de informações quantitativas e qualitativas relevantes à avaliação, bem como na análise destas, de acordo com os seus critérios. Para atender a esta flexibilidade desejada, o grupo TelEduc tem desenvolvido pesquisas de suporte à avaliação formativa, empregando a tecnologia de agentes de software, mais especificamente agentes de interface.

**Aulanet** (<http://www.eduweb.com.br/>)

O AulaNet é um ambiente para a administração, desenvolvimento, manutenção e assistência de cursos na WWW, criado em 1997 pelo Laboratório de Engenharia de Software (LES) do Departamento de Informática da PUC-Rio. O Aulanet está disponível em português e espanhol. Ele é distribuído gratuitamente pela empresa Eduweb.

**Learning Space** ([www.ibm.com/software/lotus/products/learning-management-system/](http://www.ibm.com/software/lotus/products/learning-management-system/))

O Learning Space foi desenvolvido pela Lotus, empresa que foi adquirida posteriormente pela IBM. No início, tinha como foco principal o treinamento corporativo, mas hoje tem recursos que permitem o seu uso em ambientes acadêmicos.

**Blackboard** ([www.blackboard.com](http://www.blackboard.com))

É uma das plataformas comerciais líder de mercado. No Brasil é utilizada, por exemplo, pela Fundação Getúlio Vargas (FGV-SP), pela Universidade Anhembi Morumbi e pelo Instituto de Educação Superior de Brasília. Ela pertence à empresa Blackboard que, em 2006, comprou outra conhecida plataforma de EAD, a WEB-CT. Tem como diferencial a integração com um sistema de gestão acadêmica, o Lyceum.

## 2.5 Considerações Finais

Avaliação é uma polissemia. Possui várias classificações. Provoca vários sentimentos. É um processo ou um produto? Amiga ou inimiga? Ciência ou arte? O que é avaliação afinal?

Avaliação é um processo contínuo que produz resultados durante todo o ciclo de aprendizado, e não um produto inerte.

Avaliação é ciência apoiada em técnicas, teorias e tecnologias.

Avaliação é amiga se for bem aplicada. Caso contrário, seus efeitos podem ser devastadores.

Avaliação é ética, colaboração, parceria, *feedback* e honestidade.

Os educadores que trabalham com novas tecnologias têm de zelar para que não se perpetuem modelos antigos, mas se busque novas oportunidades adaptadas a estas tecnologias e ao novo perfil dos alunos. Como a avaliação de qualidade está inserida no processo pedagógico, ela merece este mesmo tipo de atenção.

A TIC abre um mundo de oportunidades, mas a sua utilização é complexa e por isso deve ser utilizada com cuidado. Gilda Campos (2002) discorre sobre isso:

A avaliação do processo de ensino-aprendizagem é um tema muito delicado, pois possui implicações pedagógicas que ultrapassam os aspectos técnicos e metodológicos e envolve aspectos sociais, éticos e psicológicos. É importante lembrar que o indivíduo que planeja o ambiente, que elabora e/ou implementa um curso online, deve ter clareza do que é avaliar.

## Capítulo 3

# Avaliação Educacional por Meio de Respostas a Questionários On-Line

“Você recebe de acordo com o que você recompensa. Quer formigas? Jogue açúcar no chão.”

*Charlie Munger*

Questionários on-line vêm sendo utilizados na área educacional para realização de testes, provas e questionários escritos. Neste capítulo, é explicado porque o autor selecionou os módulos de estatísticas e questionários como os primeiros a serem desenvolvidos no Mosaico. São apresentados conceitos e técnicas de planejamento, execução e análise de um questionário.

### 3.1 Justificativa Sobre o Uso de Questionários On-line

A proposta deste trabalho passa ao largo da chamada “guerra dos paradigmas”, denominação usada para expressar as divergências de princípios e de abordagens metodológicas na pesquisa educacional. De um lado, ela seria representada por aqueles que acreditam na possibilidade do uso dos procedimentos e métodos advindos das ciências naturais e, portanto, de natureza mais objetiva e quantitativa. E, de outro, seria representada por aqueles que veem a realidade social como algo que está sendo constantemente construído pelos seres humanos que dela participam (construtivismo social) e que, portanto, tais métodos pretensamente objetivos não caberiam, sendo necessário o uso de um arcabouço metodológico mais qualitativo, subjetivo e narrativo-interpretativo.

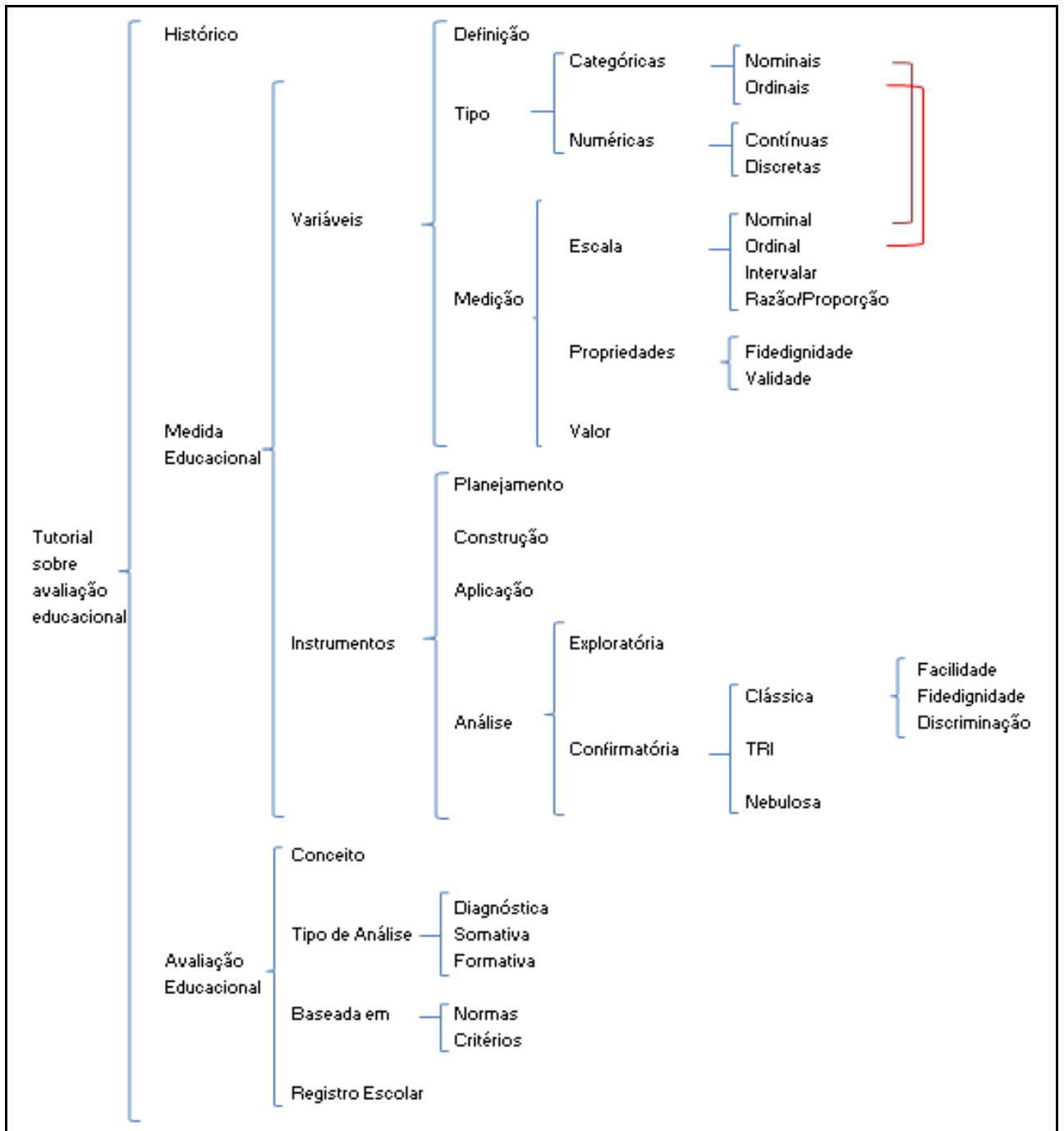
Reconhece-se a importância das duas abordagens e que devemos tirar de cada uma delas o que tiverem de melhor para uma dada circunstância em estudo e, quando possível, combinando-as. Mesmo nas avaliações qualitativas é possível categorizar as informações coletadas e ter como resultado uma análise quantitativa. Quem já passou pela experiência de fazer uma análise de dados sabe como isso é complexo e pode envolver diversas manipulações e ferramentas diferentes (Excel, SPSS etc.), tornando fácil introduzir um erro accidental.

Além disso, conforme será visto neste capítulo, as medidas educacionais qualitativa e quantitativa continuam sendo subsídios imprescindíveis para uma boa avaliação educacional.

Diante deste quadro, decidiu-se que o primeiro módulo a ser desenvolvido no Mosaico seria o módulo de estatísticas. Para fazer uso deste módulo, foi desenvolvido também o módulo de questionários. Decidiu-se também que ambos os módulos deveriam conter um tutorial bem didático não só especificamente sobre o uso dos mesmos, mas também sobre procedimentos e métodos para planejamento, construção, aplicação e análise para auxiliar os professores, tendo sido usado com base para alcançar esse objetivo as notas de aula da disciplina de Metodologia da Pesquisa Científica ministrada no PPGI-IM-NCE/UFRJ (Elia, 2006). Este capítulo e os anexos I a VI são uma síntese do tutorial ora proposto.

A rede sistêmica apresentada no Quadro 3.1 apresenta os conceitos principais envolvidos em uma avaliação por meio de questionários. Alguns destes conceitos são válidos também para outros tipos de avaliação. Parte destes conceitos já foi detalhada no capítulo 2.

Os Anexos I a VI contêm o detalhamento de alguns conceitos expostos neste capítulo. Propositamente, com o objetivo que os anexos possam ser completos no sentido de explicar uma técnica, alguns parágrafos constam neste capítulo e nos anexos.



Quadro 3.1 Rede Sistema Medição e Avaliação  
 Fonte: elaborado pelo autor

### 3.2 Medida Educacional

#### 3.2.1 Variáveis

Uma análise de dados começa pela exploração da distribuição dos valores de cada variável separadamente. Estas distribuições podem ser representadas em forma de tabelas e/ou gráficos, que podem assumir formas diferentes dependendo das características da variável em estudo.

### 3.2.1.1 Tipo

Os estatísticos classificam variáveis como categóricas ou numéricas. As numéricas podem ser novamente classificadas como valores discretos ou valores contínuos (LEVINE, 2008). A figura 3.1 apresenta estas classificações:

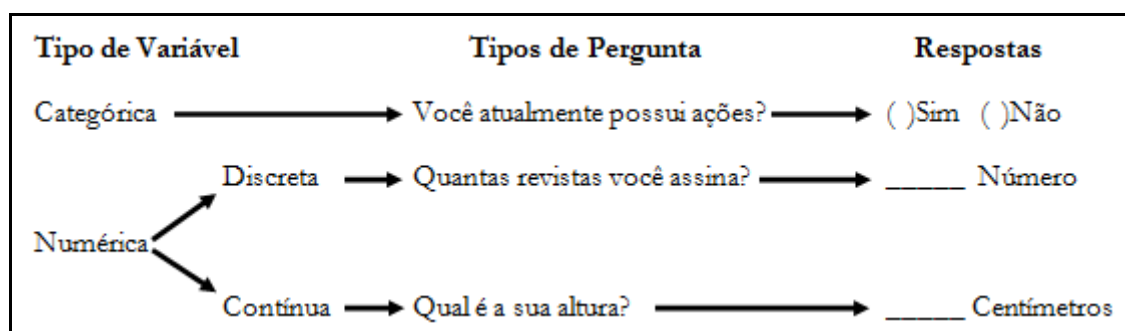


Figura 3.1 Tipos de variável

Fonte: Levine, 2006.

Questões que envolvam **variáveis categóricas** (ou qualitativas) permitem ao aluno escolher uma das categorias oferecidas (Ex: Masculino ou Feminino; Sim ou Não; Concordo, Concordo Parcialmente, Discordo Parcialmente, Discordo).

Questões que envolvam variáveis numéricas permitem que o aluno indique uma quantidade. Elas serão **discretas** se a resposta surgir de um processo de contagem com variações fixas (Ex: quantidade de dias, quantidade de filhos, número de revistas que uma pessoa assina). Elas serão **contínuas** se forem resultantes de um processo de mensuração. Ou seja, dependem do grau de precisão do instrumento que faz a medição (ex: temperatura, distância, tempo).

### 3.2.1.2 Medição

#### Escala

Existem várias escalas para classificar as medidas educacionais. Uma das mais reconhecidas é a criada por Stevens (1951), que classificou as medidas educacionais em níveis de mensuração: nominal, ordinal, intervalar e razão. Esta classificação define o tipo de análise a que uma variável pode ser submetida.

**Nominal** – é o menor nível de mensuração. Uma escala nominal simplesmente atribui nomes a categorias de dados. Sexo (Masculino e Feminino) e estado civil (casado, solteiro, divorciado e outros) são bons exemplos de uma escala nominal. Não existe qualquer tipo de ordem nesta escala. Uma categoria não é necessariamente maior ou melhor do que a

outra. Para propósito de análise, os avaliadores normalmente atribuem números para esta escala (Ex: 0 para homem e 1 para mulher), mas estes números não têm qualquer relação entre si. Servem apenas para identificar a escolha (POPHAM, 1992).

Além de estabilidade e reprodutibilidade, esta categoria tem de respeitar duas outras condições básicas (SOUZA, 2005 p. 66):

- a) As categorias devem ser exaustivas, ou seja, precisam incluir qualquer valor variável que possa aparecer. Por exemplo, para a variável religião deveriam ser definidas todas as opções: “católico”, “evangélico”, “espírita” etc. Como é quase impossível listar todas as religiões, recorre-se ao uso de uma categoria residual “outros”. No entanto, se esta categoria começar a representar uma grande proporção de casos esta categorização começa a perder a sua relevância.
- b) As categorias devem ser mutuamente excludentes.

**Ordinal** – Uma escala ordinal contém categorias que possuem uma ordem, mas não são equidistantes. Um bom exemplo são as classificações escolares, como, por exemplo: Excelente, bom, regular e ruim. Sabemos que excelente é melhor do que bom, que por sua vez é melhor que regular. Mas a diferença entre um aluno regular para um aluno bom é a mesma que de um aluno bom para um aluno excelente? Não. Não existe uma equidistância entre estas categorias.

Cano (SOUZA, 2005, p.67) mostra que a ordenação fixa dos valores implica que eles cumprem a propriedade da transitividade. Ou seja, se a categoria A é superior a B e essa, por sua vez, é maior do que C, isso significa que A é superior a C.

Este nível é superior ao Ordinal, pois indica que além de diferentes, dois valores possuem uma relação de superioridade/inferioridade entre eles.

**Intervalar** – Uma escala intervalar possui todas as características de uma escala ordinal e em adição, é composta de unidades que são equidistantes. Ela mantém magnitude da diferença entre os dados, não existindo, todavia, um ponto de partida, ou um zero absoluto. Ex: temperatura medida em uma escala Celsius. Por possuírem um zero arbitrário, não é possível fazer operações de proporcionalidade (multiplicação e divisão) entre estes valores.

Muitas escalas, em psicologia e educação, são criadas para serem intervalares. Ou seja, a diferença de conhecimento entre um aluno que tira 6 e um aluno que tira 8 deveria ser a mesma entre um aluno que tira 2 e um que tira 4. No entanto, não podemos

concluir que um aluno que alcançou 8 pontos tem o dobro de conhecimento de um que alcançou 4. Se esta conclusão fosse verdadeira, chegaríamos à absurda conclusão que um aluno que tirou 0 possui ausência total de conhecimento.

**Razão** – Este nível possui todas as características dos anteriores e apresentam um zero absoluto. Neste caso, não apenas as diferenças têm significado, mas as razões também. Exemplos: duração em minutos de um filme, anos de escolaridade, número de filhos etc.

Cano (SOUZA, 2005) mostra que uma variável pode ser medida em vários níveis de mensuração. A tabela 3.1 mostra três maneiras diferentes de classificar uma prova.

Tabela 3.1 Um resultado e seus níveis de mensuração

<b>Resultado</b>	<b>Nível de mensuração</b>
Aprovado, reprovado	Nominal
Um conceito (A,B,C,D ou E)	Ordinal
Uma nota (0-10)	Intervalar (contanto que a escala respeite certas condições)

Fonte: Souza, 2005.

Cano (2005, p. 70) prossegue explicando a importância desta classificação em níveis de mensuração:

A importância fundamental do nível de mensuração na hora da análise é que ele determina o tipo de estatísticas que podem ser usadas. O poder, a precisão e a sensibilidade dos testes que podem ser usados com variáveis de razão, por exemplo, são muito superiores aos testes com variáveis nominais. Como os níveis são cumulativos, os mais avançados podem usar as estatísticas dos níveis anteriores, mas não vice-versa.

Para exemplificar, a tabela 3.2 mostra que medidas de tendência central (que será visto em seguida) podem ser usadas com cada nível de mensuração:

Tabela 3.2 - Medidas possíveis para cada nível de mensuração

<b>Nível de mensuração</b>	<b>Medidas de tendência central cabíveis</b>		
Nominal	Moda		
Ordinal	Moda	Mediana	
Intervalar	Moda	Mediana	Média
De razão	Moda	Mediana	Média

Fonte: Elaboração do autor.

### Propriedades

A **fididignidade** (reprodutibilidade, confiabilidade) de um instrumento é a consistência de resultados obtidos pelos mesmos sujeitos em diferentes ocasiões ou com diferentes conjuntos de itens equivalentes. A **validade** diz respeito à capacidade de o instrumento medir o fenômeno



que se propôs medir (CAVAS, 2002, p. 78, 79). A comprovação da confiabilidade é feita por meio de técnicas bastante objetivas. A comprovação da validade é mais subjetiva, já que só o próprio avaliador sabe realmente o que ele quer medir. Um instrumento ser confiável não implica que ele seja válido. No entanto, o contrário pode ser afirmado, ou seja, se um instrumento é válido é porque ele é necessariamente confiável.

### 3.2.2 Instrumentos

#### 3.2.2.1 Planejamento, Construção e Aplicação

O planejamento inicia-se com explicitação clara do que se pretende com o questionário, a qual, obviamente, baseia-se em leituras prévias e em reflexões do pesquisador.

É importante que os participantes de uma pesquisa ou avaliação tenham total conhecimento do uso do questionário e do seu grau de confidencialidade. O anexo VIII mostra um exemplo de uma carta-convite para uma pesquisa em que a confidencialidade das respostas é assegurada. Deve-se ter o cuidado de não prometer o que não for possível garantir.

A preocupação com a ética é necessária também na análise dos resultados. O avaliador deve tomar cuidado para não manipular os resultados com o objetivo de comprovar uma teoria ou idéia. Um comercial brasileiro<sup>1</sup> que foi premiado como um dos 100 melhores comerciais do mundo em todos os tempos ilustra como é possível manipular os fatos. Enquanto uma câmera inicialmente fechada sobre um ponto negro ia desvendando aos poucos uma retícula, ouvia-se uma voz com o seguinte texto:

Este homem pegou uma nação destruída, recuperou sua a economia e devolveu o orgulho ao seu povo. Em seus quatro primeiros anos de governo o número de desempregados caiu de 6 milhões para 900 mil pessoas. Este homem fez o produto interno bruto crescer 102% e a renda per capita dobrar. Aumentou o lucro das empresas de 175 milhões para 5 bilhões de marcos e reduziu a hiperinflação a no máximo 25% ao ano. Este homem adorava música e pintura e quando jovem imaginava seguir carreira artística.

A câmera abre o foco e revela a imagem de Hitler. O narrador prossegue: “É possível contar um monte de mentiras dizendo só a verdade...”.

O mesmo pode ser dito sobre as análises numéricas e estatísticas. O famoso estadista britânico do século XIX, Benjamin Disraeli, disse: “Existem três tipos de mentiras: mentiras, grandes mentiras e a estatística” (LEVINE, 2008). O avaliador deve certificar-se que as análises

---

<sup>1</sup> Comercial para TV “Hitler” (1987) criado por Nizan Guanaes da agência W/Brasil

realizadas não escondam uma distorção ou sejam tendenciosas e transmitam um resultado desejado pelo avaliador e não um retrato da realidade.

O questionário deve ter um claro propósito geral e os itens devem refletir esse propósito. O avaliador deve definir o propósito geral e transformá-lo em objetivos mais específicos ou operacionalizáveis. Em seguida, ele deve quebrar esses objetivos em itens do questionário e analisar esses itens tendo como referência o seu planejamento. Durante a construção, ele deve verificar, recursivamente, se os itens criados estão se ajustando de forma equilibrada ao seu fluxograma ou à matriz de referência.

Um instrumento valioso nesta fase é a Matriz de Referência. Uma Matriz de Referência é um documento que deve conter as diretrizes para a elaboração de um teste ou uma avaliação. Ela mostra o que se quer avaliar e de que forma isso será feito. A sua criação deve ser um dos primeiros passos do planejamento. Não existe um formato padronizado para este documento.

Exemplos de matrizes de referência:

Enem 2009 ([www.inep.gov.br/download/enem/2009/Enem2009\\_matriz.pdf](http://www.inep.gov.br/download/enem/2009/Enem2009_matriz.pdf)).

Saeb (<http://www.inep.gov.br/basica/saeb/matrizes.htm>)

A construção de questões objetivas é muito laboriosa e requer prática de quem a constrói. A seguir, serão dadas algumas regras úteis para a elaboração de questões objetivas adaptadas do livro *Test development and Research Unit about Multiple Choice Item Writing* (OXFORD, 1975).

- Ao selecionar e escrever os seus itens tenha em mente o nível apropriado de linguagem, como também a matriz de referência.
- O enunciado dos itens deve ser o mais curto possível, conquanto que seja fornecida toda a informação requerida para a resposta do aluno.
- Se o teste tem o propósito de uma avaliação somativa, a maioria dos itens deve ser respondida corretamente por cerca da metade dos alunos.
- Evite usar as letras A, B, C, D, E para identificar outras coisas, tais como diagramas ou figuras.
- Evite expressões vagas, tais como "razoavelmente alta" ou "consideravelmente maior do que".
- Cite as fontes de qualquer material citado ou extraído, quer tenha sido adaptado ou não.
- Sempre que possível evite negativas no corpo da questão. Se elas não puderem ser evitadas, devem ser sublinhadas. Duplas negativas (uma no corpo da questão e outra em uma das opções) nunca devem ser usadas.
- Na medida do possível, as opções devem ser paralelas, ou seja, devem ser semelhantes em comprimento e em estrutura.

- As opções devem ser mutuamente exclusivas. Nenhuma opção que logicamente implique outra pode ser tomada como uma única opção certa. Reciprocamente, se duas ou três opções esgotam todas as possibilidades entre si, uma delas deve ser a resposta-chave.
- Evite elementos que distraiam os alunos e somente podem ser respondidos por alunos que se utilizam de conhecimento e habilidades que estão além daquela requerida para identificar a resposta-chave como correta.
- Validação das questões/itens através da análise por outros especialistas.
- O planejamento é a explicitação clara do que se pretende com o instrumento de avaliação, o qual, obviamente, baseia-se em leituras prévias e em reflexões do pesquisador (ELIA, 2008).

### **Tipos de Questões**

Um questionário pode ser:

- Estruturado (itens objetivos);
- Semiestruturado (itens semiabertos, em que o respondente tem algum grau de liberdade para justificar sua escolha);
- Não estruturado (itens totalmente abertos).

Como regra geral, podemos dizer que quanto maior a amostra, mais estruturado e baseado em dados numéricos (frequências) pode ser o questionário. E quanto menor a amostra, mais aberto e baseado em argumentos verbais pode ser o questionário.

### **Questões Objetivas.**

Usado para questões em que o critério de correção é objetivo.

Exemplos:

- Certo ou Errado (Verdadeiro ou Falso);
- Múltipla escolha;
- Preenchimento de lacunas;
- Ordenação de respostas;
- Arrastar e colar (Drag and Drop);

### **Questões semiabertas ou semiestruturadas**

Neste tipo de questão, a tarefa que o aluno tem de fazer não é totalmente fechada no enunciado da questão, havendo, conseqüentemente, alguns graus de liberdade tanto para o aluno que responde quanto para o professor que corrige.

### Questões abertas ou não estruturadas

Neste tipo de questão, é dada total liberdade ao aluno para construir a sua resposta. Uma questão aberta permite avaliar a consecução de objetivos instrucionais mais complexos, tais como capacidade de síntese e de análise crítica do aluno.

O grande desafio deste tipo de questão é que não existe um gabarito. Portanto, a correção é subjetiva e pode variar de acordo com o avaliador. Também é de difícil aplicação em larga escala.

### Questões tipo Likert

A escala Likert é uma escala psicométrica intervalar para medir graus ou intensidade de respostas. Ela é muito utilizada em pesquisas de opinião.

Normalmente, é feita uma afirmação e o respondente pode optar entre cinco níveis de respostas. Em alguns casos, omite-se a opção neutra (indiferente), forçando assim um posicionamento do respondente a favor ou contra a afirmação fornecida.

Discordo muito | discordo | indiferente | concordo | concordo muito.

Uma variante da escala Likert é a escala “Diferencial Semântica” [Osgood et al, 1957].

Adjetivo \_\_\_|1|\_\_\_|2|\_\_\_|3|\_\_\_|4|\_\_\_|5|\_\_\_|6|\_\_\_|7|\_\_\_Adjetivo oposto.

#### 3.2.2.2 Análise

##### Análise Exploratória

Na **análise exploratória**, o mais importante é conhecer "intimamente" os dados em análise, procurando-se levantar pistas, idéias, hipóteses por intermédio de procedimentos que requeiram pouco tempo para aprendê-los e para aplicá-los (ou seja, procedimentos simples e rápidos). Nesta fase, objetiva-se mais achar problemas e menos a obtenção de soluções. Outras características da análise exploratória seriam: requer pequenas amostras, mesmo que incompletas e "sujas". O analista de dados deve procurar ver os dados de diferentes maneiras (flexibilidade) e deve também priorizar a sua robustez (i.e., a sua resistência a dados atípicos) em detrimento do detalhe.

A análise exploratória de dados, como o indicado pelo próprio nome, visa a conhecer, ou familiarizar-se com os dados obtidos e deve sempre seguir o modelo de recorrência demonstrado na figura 3.2, onde cada ajuste (nível, dispersão, casos atípicos, deformação, etc.) deve ser posto de lado – mas não deve ser nunca esquecido – para permitir a visualização de novos ajustes por meio dos resíduos, agora tratados como novas observações. Cada ajuste é removido de uma maneira apropriada: o nível por subtração; a dispersão por divisão; os casos atípicos por simples

exclusão; e a deformação por uma transformação de variável  $X$  f ( $X$ ). A remoção simultânea do nível da dispersão leva ao que se costuma chamar escore padrão, em um contexto de avaliação escolar.

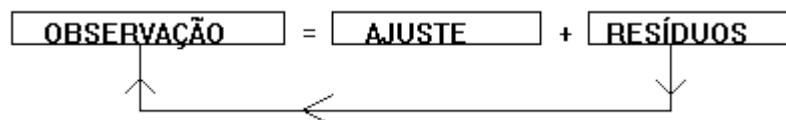


Figura 3.2 Ciclo da pesquisa exploratória  
Fonte: Elia, 2006.

Um possível roteiro para familiarizar-se com os dados é descrito abaixo:

- Inspeção os dados disponíveis em função dos seus interesses, pinçando o que mais lhe chame a atenção. Não tente ver tudo de uma vez. Sinta-se à vontade para se concentrar em qualquer coisa que lhe interesse.
- Caso a inspeção feita no item (a) permita-lhe identificar números relacionados, no sentido de que possam pertencer a um mesmo conjunto, reorganize-os em uma nova tabela dando um nome para os mesmos. Os dados assim organizados constituem uma distribuição (batch).
- Dependendo da precisão desejada e, obviamente, do número de análise disponível, os números podem ou não ser simplificados. No primeiro caso, aplicam-se as regras usuais de arredondamento.

### **Análise Confirmatória**

Na abordagem confirmatória, o objetivo é verificar hipóteses através de procedimentos e técnicas de análise que sejam aceitos por todos (procedimentos padronizados). Nesta fase, há a preocupação em obter amostras não viciadas. Deve-se priorizar a exatidão e permitir as inferências, como também as generalizações das eventuais conclusões.

### **Análise Clássica dos Itens**

Análise Clássica dos Itens (ACI), como o nome já diz, é a forma tradicional de fazer análises dos dados gerados por uma avaliação. Segundo (SOUZA, 2005), a ACI depende do particular conjunto de questões que compõe a prova e dos indivíduos que a fizeram. Veremos a seguir diversos conceitos que são utilizados na aplicação desta técnica.

Neste trabalho, de forma intencional, recorre-se a simplificações de teorias e modelos matemáticos com o objetivo de tornar este assunto de fácil entendimento aos profissionais de educação que não possuem conhecimentos avançados de matemática e estatística.

Podemos usar diversas técnicas estatísticas, conforme descrito a seguir neste capítulo. Um destaque especial pode ser dado aos gráficos Box and Plot, que nos ajudam a ter uma boa visão sobre os dados e a sua distribuição.

### **Índices de Tendência Central**

Como o próprio nome sugere, este índice indica o grau de tendência das respostas dadas ao item e, em geral, fica definido pela: Média, Mediana e Moda. O anexo I descreve como calcular estes índices.

### **Índices de Variação**

Além da tendência central, todo conjunto de dados pode ser caracterizado pela sua variação e formato. A variação mede a dispersão dos valores em um conjunto de dados. Uma medida simples de dispersão é a amplitude que mede a diferença entre o maior valor e o menor valor. Também pode ser utilizado o Desvio Padrão e gráficos Box and Plot. O II e III mostram detalhes destas técnicas

### **Índices de Covariação**

É possível prever ou entender melhor o resultado de um aluno quando ele é comparado com um resultado prévio deste mesmo aluno. O anexo IV demonstra como fazer isso.

### **Índices de consistência interna**

Como não podemos repetir a aplicação de um mesmo item a um mesmo respondente para avaliar se há consistência nas respostas (confiabilidade), e como fazer testes similares também é muito difícil, usamos como estratégia aplicar em um mesmo teste itens similares a um mesmo respondente. São criadas dimensões ou agrupamentos de questões que buscam identificar o mesmo tipo de conhecimento ou opinião. Em uma prova bem feita é esperado que questões de uma mesma dimensão tenham o mesmo tipo de resultado.

O anexo V descreve algumas abordagens para estimar a consistência interna de um conjunto de resultados.

### **Limitações da Teoria Clássica dos Itens**

Ruben Klein (SOUZA, 2005) lista as principais limitações da Teoria Clássica dos Testes:

- As estatísticas que descrevem os itens de teste dependem do grupo de estudantes que fazem o teste.

- Os escores dos testes que descrevem os desempenhos dos alunos dependem dos itens apresentados aos alunos
- A Teoria Clássica dos Testes só pode ser utilizada em situações nas quais todos os alunos fazem o mesmo teste (ou formas “paralelas” de teste).
- A Teoria Clássica dos Testes não fornece um modelo de desempenho de um aluno em um item
- A maioria das aplicações da Teoria Clássica dos Testes assume incorretamente que os erros de medida têm a mesma variabilidade para todos os alunos.

Para superar algumas destas limitações, foi criada a Teoria da Resposta ao Item.

### **Teoria de Resposta ao Item (TRI)**

Segundo Klein (SOUZA, 2005), a Teoria de Resposta ao Item (TRI) surge da necessidade de superar a limitação da apresentação de resultados somente através de percentuais de acertos e da dificuldade de comparar resultados de diferentes testes em diferentes situações.

No Brasil, a TRI tem sido usada especialmente na produção de índices de proficiência para alunos que respondem testes em avaliações em larga escala. O principal programa que utiliza este modelo é o SAEB (Sistema Nacional de Avaliação da Educação Básica), criado em 1995, que avalia as habilidades e conhecimentos de uma amostragem do universo de alunos das escolas públicas brasileiras. A TRI também é usada em programas similares em diversos países do mundo.

A grande questão é: como comparar habilidades e conhecimentos de alunos por meio de provas diferentes? A TRI responde isso desvinculando-se da análise das provas (Teoria Clássica dos Testes) e concentrando-se na análise dos itens. A TRI é conjunto de modelos matemáticos onde a probabilidade de resposta a um item é modelada em função da proficiência (habilidade) de um aluno e de parâmetros que expressam propriedades dos itens (SOUZA, 2005, p.121).

O anexo VI contém mais detalhes sobre a TRI.

### **Lógica Nebulosa**

A lógica nebulosa (também conhecida como lógica difusa ou fuzzy) foi criada em 1965 pelo professor Dr. Lofti Zadeh, da Universidade de Berkeley (Califórnia, Estados Unidos). Zadeh percebeu que grande parte dos fenômenos do mundo real não obedece à lógica tradicional do verdadeiro ou falso (na lógica booleana apenas dois valores são possíveis: 0-Falso e 1-Verdadeiro), mas apresentam uma gama infinita de valores intermediários. Isso significa que um valor lógico difuso é um valor qualquer entre 0 e 1 (BRINCKMANN, 2004).

A lógica Fuzzy encontra diversas representações no mundo real. Por exemplo, como se classifica se uma pessoa é jovem ou não? Uma determinada classificação pode indicar que uma pessoa é considerada jovem se ela tem até 20 anos. Não é estranho que quando ela completar 21 anos ela deixará subitamente de ser jovem? Não seria muito melhor se, ao invés de uma classificação booleana (0-Não é jovem, 1-É jovem), existisse uma classificação que indicasse a intensidade da juventude. Assim, alguém com 25 anos seria, por exemplo, jovem ao grau de 50% (Figura 3.13).

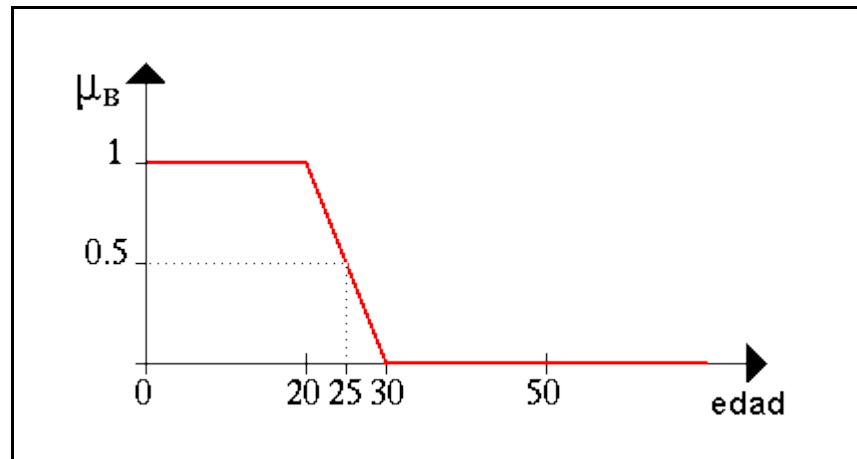


Gráfico 3.1 Exemplo de Lógica nebulosa: jovens

Fonte: Bauer, 2009.

A lógica Fuzzy também pode ser entendida como uma área de pesquisa sobre o tratamento da incerteza que conta com uma família de modelos matemáticos (CHAMOVITZ, 2009).



## Capítulo 4

# Tecnologia

“É no problema da educação que assenta o grande segredo do aperfeiçoamento da humanidade.

*Immanuel Kant*

Neste capítulo, são apresentadas as tecnologias utilizadas no Mosaico. Isso inclui o aprendizado obtido no trabalho de pesquisa, com seus erros, acertos e mudanças de rumo. Para uma análise mais profunda de cada tecnologia, a bibliografia deve ser consultada.

#### 4.1 Uma breve história sobre a evolução das tecnologias e metodologias de desenvolvimento de sistemas nos últimos anos.

Nas décadas de 1970 e 1980, no que diz respeito a ferramentas de desenvolvimento, um profissional de desenvolvimento tinha de se preocupar unicamente em conhecer uma linguagem de programação como, por exemplo, o Cobol. Mas este cenário mudou rapidamente, nos últimos anos o desenvolvimento de sistemas atingiu grande complexidade.

Pressman [2006] menciona a “lei das consequências não pretendidas”, que é o efeito não previsto que uma tecnologia pode ter sobre outras tecnologias não relacionadas, em empresas, em pessoas e na cultura. Foi isso exatamente que aconteceu com a tecnologia. Ninguém há 30 ou 20 anos poderia prever o efeito que o software teria sobre a humanidade. O software deixou de ser algo que estava presente apenas nos CPDs (Centros de Processamento de Dados) para estar embutido em computadores pessoais, celulares, equipamentos médicos, mp3, automóveis etc. Este cenário fomentou o surgimento de diversas tecnologias e metodologias que pretendiam tornar mais fácil, mais rápido e menos dispendioso construir e manter programas de computadores.

A Engenharia de Software surgiu na década de 1970 e visa a dar uma abordagem sistemática para o desenvolvimento de software. Tendo como foco a qualidade, a Engenharia de Software inclui processos, métodos e ferramentas. Processos permitem o desenvolvimento racional e fornecem a base para o controle gerencial dos projetos de software. Métodos fornecem a idéia de como fazer. Ferramentas fornecem apoio automatizado ou semi-automatizado para os processos e para os métodos (PRESSMAN, 2006).

Outro esforço realizado para profissionalizar o desenvolvimento de software foram os Padrões de Projeto (Design Patterns). Em qualquer atividade que já esteja madura ou em vias de amadurecer, criam-se métodos eficazes de se atingir um objetivo. Estes métodos eficazes se transformam em boas práticas ou padrões. Existem boas práticas para as diversas etapas de criação de software. Um padrão de projeto (Design Patterns) é a que define a melhor forma de implementar classes e métodos de uma linguagem orientada a objetos. Adotar este padrão acelera o desenvolvimento, torna o código mais fácil e propaga o conhecimento obtido por profissionais experientes.

A busca por padronização e por evitar trabalho repetitivo tem sido uma obsessão da comunidade de desenvolvimento. Esta obsessão criou outro conceito importante: os frameworks. Um framework provê solução para uma família de problemas semelhantes, guiando o desenvolvedor e poupando muita codificação. Ao ser apresentado a este conceito, alguns talvez façam uma analogia com as bibliotecas de funções que são utilizadas há décadas em diversas

linguagens. A diferença é que as bibliotecas são evocadas pela aplicação, e, no caso do framework, é ele quem dita o fluxo de controle da aplicação. O framework é uma aplicação completa, cabendo ao desenvolvedor fornecer as partes que são específicas do seu projeto. Os frameworks não devem ser confundidos com os Design Patterns. O framework contém código, enquanto um Design Pattern é apenas um modelo, um exemplo, de uma solução para um determinado problema.

O perfil do profissional de desenvolvimento de sistemas mudou radicalmente. Hoje, o desenvolvimento de um sistema passa por dezenas de tecnologias: linguagens de programação (em um mesmo sistema várias delas podem estar combinadas), *frameworks*, ferramentas *IDE*, bancos de dados, *frameworks* de persistência, bibliotecas, servidores de aplicação etc. Além disso, o profissional deve ter um bom conhecimento de infraestrutura de TI, incluindo sistemas operacionais e segurança.

Uma premissa do projeto Mosaico é que ele seria desenvolvido para o ambiente WEB e deveria utilizar tecnologias de ponta como, por exemplo, Orientação a Objeto, MVC e metodologia ágil de desenvolvimento.

**Orientação a Objeto** – A programação orientada a objetos (POO) tenta aproximar a programação a como vemos o mundo real. Telefones, casas, animais, plantas, elevadores são objetos. Estes objetos possuem propriedades (cor, peso, tamanho, forma.) e têm métodos (anda, fala, late, sobe, desce). Isso é ampliado com outros conceitos como polimorfismo, herança.

**MVC** (Model, View Controller) – MVC (em português, modelo, visão e controle). Esta é uma forma de programar que separa o modelo de dados, a interface do usuário e o controle lógico do programa, permitindo que alterações em qualquer uma dessas partes tenham pouco impacto nas outras.

**Extreme Programming** (XP) – Henry Ford ficou famoso pela criação da linha de produção de automóveis, em que o produto “caminhava” de forma ordenada até o trabalhador, que era especialista em pequenas funções, não precisando entender o resto do processo. Este modelo se tornou um padrão e foi copiado por toda a indústria automobilística. O modelo de Ford funciona bem quando há ganho de escala e em um ambiente previsível e estável.

Na década de 1970, a Toyota percebeu que o mundo havia mudado. Não era mais possível empurrar produtos para o cliente, o poder havia passado para o cliente. Tudo passou a ser instável e não fazia mais sentido fazer planejamentos de longo prazo, manter grandes estoques e ter ganho de escala como no início da indústria automobilística. A Toyota foi uma das primeiras empresas a adotar o “Lean Thinking” (mentalidade enxuta). O foco sai do processo (visão Ford) para o que é de valor para o cliente, eliminando qualquer tipo de desperdício. Poucos estoques,

trabalho conjunto com a cadeia de valor (fornecedores), funcionários qualificados e satisfeitos, otimização da produção e uma preocupação extrema com qualidade.

Curiosamente, algumas metodologias de desenvolvimento de sistemas se parecem com a linha de produção de Ford, mesmo que neste mercado não haja ganho de escala nem estabilidade ou previsibilidade. Isso tem levado a um grande número de projetos fracassados de TI. Uma pesquisa do Standish Group (AKIRA, 2009) mostra que 68% dos projetos de TI fracassam (Gráfico 4.1).

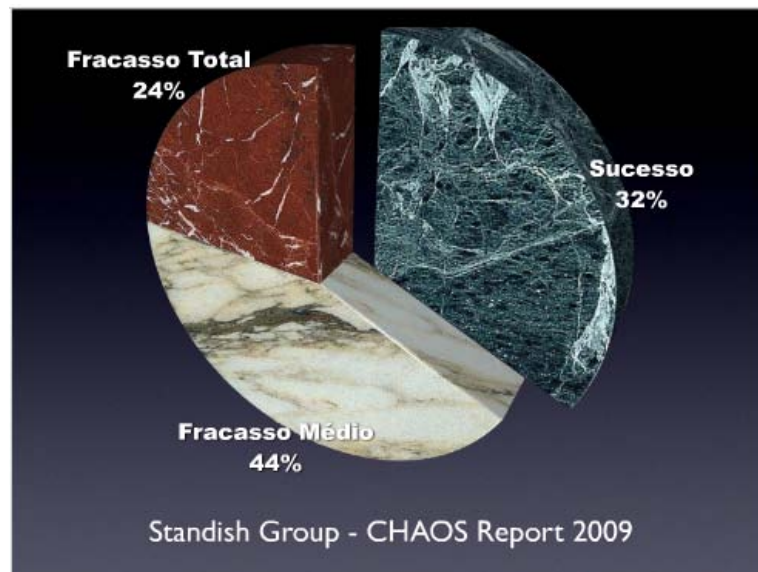


Gráfico 4.1 Fracassos x Sucessos em projetos de TI.  
Fonte: Akira, 2009.

Em 2001, visando a mudar este quadro, um grupo de profissionais que buscava novas formas de desenvolver software, fortemente inspiradas no modelo Toyota, se juntaram e criaram o Manifesto para o Desenvolvimento Ágil de Software (<http://www.agilemanifesto.org/>):

#### **Manifesto para o Desenvolvimento Ágil de Software**

“Estamos descobrindo as melhores maneiras de desenvolver software, fazendo-o nós mesmos e ajudando outros a fazê-lo. Através desse trabalho, passamos a valorizar:

- Indivíduos e interações** mais que processos e ferramentas;
- Software em funcionamento** mais que documentação abrangente;
- Colaboração com o cliente** mais que negociação de contratos;
- Responder a mudanças** mais que seguir um plano.

Ou seja, mesmo havendo valor nos itens à direita, valorizamos mais os itens à esquerda.

Uma das abordagens mais conhecidas de desenvolvimento ágil é a Extreme Programming (XP). XP é uma metodologia de desenvolvimento que surgiu nos Estados Unidos da América no final da década de 1990. Vinicius Manhães Teles, um dos mais conceituados incentivadores do

XP no Brasil, exibe em suas palestras um gráfico, reproduzido no gráfico 4.2, que mostra o resultado de uma pesquisa realizada nos Estados Unidos da América sobre a frequência de utilização de funcionalidades de sistemas comerciais.

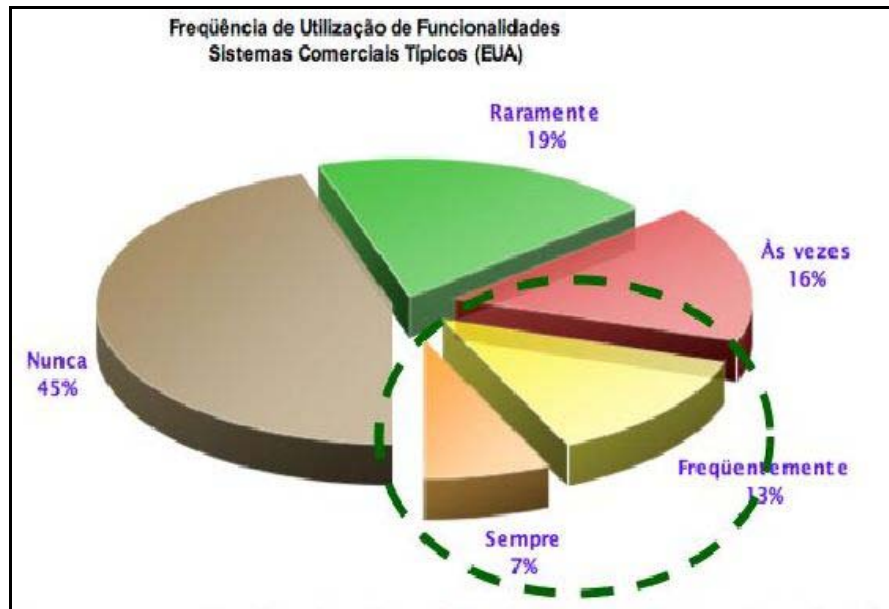


Gráfico 4.2– Frequência de utilização de funcionalidades de sistemas comerciais típicos nos EUA  
Fonte: Poppendick [2008].

Apenas 20% do que é desenvolvido são realmente utilizados. Segundo Teles (2004), isso acontece porque o desenvolvimento tradicional é feito de forma linear e com pouca participação do cliente. O XP propõe, entre outras características, um desenvolvimento interativo, orientado a testes (test driven development) e com ciclos curtos de entrega, experimentação, validação e *feedback*. A priorização e mudanças de rumo são definidas junto ao usuário que participa ativamente de todas as etapas de desenvolvimento. Um dos aspectos mais polêmicos do XP é a programação por pares.

Foram avaliadas algumas alternativas, algumas são apenas linguagens, outras são *frameworks* completos. Seguem abaixo algumas linguagens tradicionais, linguagens dinâmicas e *frameworks* que foram analisadas como opções para o projeto do Mosaico.

#### 4.2 A escolha da linguagem e do *framework* de desenvolvimento

Foram avaliadas algumas alternativas, algumas são apenas linguagens, outras são *frameworks* completos. Seguem abaixo algumas linguagens tradicionais, linguagens dinâmicas e *frameworks* que foram analisadas como opções para o projeto do Mosaico.

## Linguagens

**Microsoft .NET** – A plataforma (ou framework) .NET da Microsoft permite que os desenvolvedores escrevam componentes de software na linguagem em que se sentem mais à vontade e fazer aplicativos combinando esses componentes. As linguagens disponíveis são Visual C++.NET (baseada no C++), C# (Baseada no C++ e no Java) e Visual Basic.NET (baseada no Visual Basic, que, por sua vez, é baseada no Basic). A Microsoft oferece uma versão *Express Edition*, gratuita, de cada uma destas ferramentas (DEITEL, 2005).

**Java** – Java é uma linguagem de programação originalmente desenvolvida por James Gosling, da Sun Microsystem, e lançada em 1995 como o principal componente da plataforma Java da Sun Microsystem. A linguagem foi derivada do C e C++. A aplicação Java usualmente é compilada para um *bytecode* que é executado em uma máquina virtual (JVM – Java Virtual Machine). Esta característica a torna independente de plataforma. Encontra-se Java em computadores, celulares, cartões inteligentes (*smart cards*), impressoras, câmeras fotográficas, codificadores de TV (*Set-top Boxes*), dispositivos médicos etc. Java tem a maior e mais ativa comunidade de desenvolvedores do mundo, com mais de 6,5 milhões de membros. Uma crítica constante a esta linguagem é a sua complexidade (JAVA, 2009).

**Linguagens Dinâmicas:** Linguagem Dinâmica é o termo usado para uma classe de linguagens de programação de alto nível que executam em tempo de execução muitas tarefas que outras linguagens executam em tempo de compilação (Wikipedia, 2009). A desvantagem é que muitos erros só poderão ser percebidos em tempo de execução, dificultando a rotina de testes e a garantia de estabilidade do sistema. Abaixo estão listadas algumas destas linguagens:

**Perl** (Practical Extraction And Report Language) – Perl é um software livre que foi criado por Larry Wall em 1987. É uma linguagem multiplataforma (incluindo UNIX, MSDOS, Windows, Mac OS e OS/2). É possível programar em Perl de forma procedural ou orientada a objeto. Estima-se que mais de um milhão de desenvolvedores utilizem Perl (Perl, 2009).

**Python** – O Python foi criado por Guido van Rossum em 1991. É um software livre de desenvolvimento comunitário, gerenciado pela organização sem fins lucrativos Python Software Foundation. Da mesma forma que o Ruby, descrito a seguir, ela prioriza a legibilidade do código sobre a velocidade ou expressividade (PYTHON, 2009).

**Ruby** – O Ruby foi criado em 1993 por um programador japonês chamado Yukihiro Matsumoto. Embora tenha surgido na mesma época que o Java, durante anos ela só era conhecido no Oriente. A linguagem possui referências à Ada, Perl, Smalltalk, Python, Lisp etc. (AKITA, 2006).

### Frameworks

**Ruby on Rails** – Em 2004, David Heinemeier usou o Ruby para desenvolver um software de gerenciamento de projetos e como fruto desta experiência ele criou o framework Rails.

**Django** (Python) – Django é um *framework* para desenvolvimento rápido para web, escrito em Python, que utiliza o padrão MVC (modelo-visão-controle). Foi criado originalmente como sistema para gerenciar um site jornalístico na cidade de Lawrence, no Kansas. Tornou-se um projeto de código aberto e foi publicado em 2005.

**Naked Objects** (Java e .NET)– Todas as regras de negócio são implementadas em um único objeto, o "objeto de domínio", que faz as vezes do Modelo e do Controle (o MC do MVC). A partir dele, todas as interfaces de usuário são geradas de forma automática. A grande vantagem do Naked Objects é a centralização de informações. A desvantagem é obviamente a rigidez das interfaces geradas.

### Participação de mercado das linguagens

Foi feita uma pesquisa para verificar a participação de mercado de cada uma das linguagens mencionadas neste trabalho. Utilizamos três fontes de informações, uma internacional e duas nacionais.

A primeira fonte é o site [www.rentacoder.com.br](http://www.rentacoder.com.br), um site que conecta pessoas ou empresas que precisam de serviços relacionados à programação de computadores e aos potenciais desenvolvedores. O site possui o cadastro de 117.059 clientes e 249.955 desenvolvedores e tem cerca de 7,5 mil projetos concluídos por mês (dados de abril de 2009). Cinquenta e três por cento dos clientes são dos Estados Unidos, 11% do Reino Unido, 7% do Canadá, e o restante de diversos países do mundo. O surpreendente é de onde vêm os desenvolvedores, conforme mostra o gráfico 4.3.

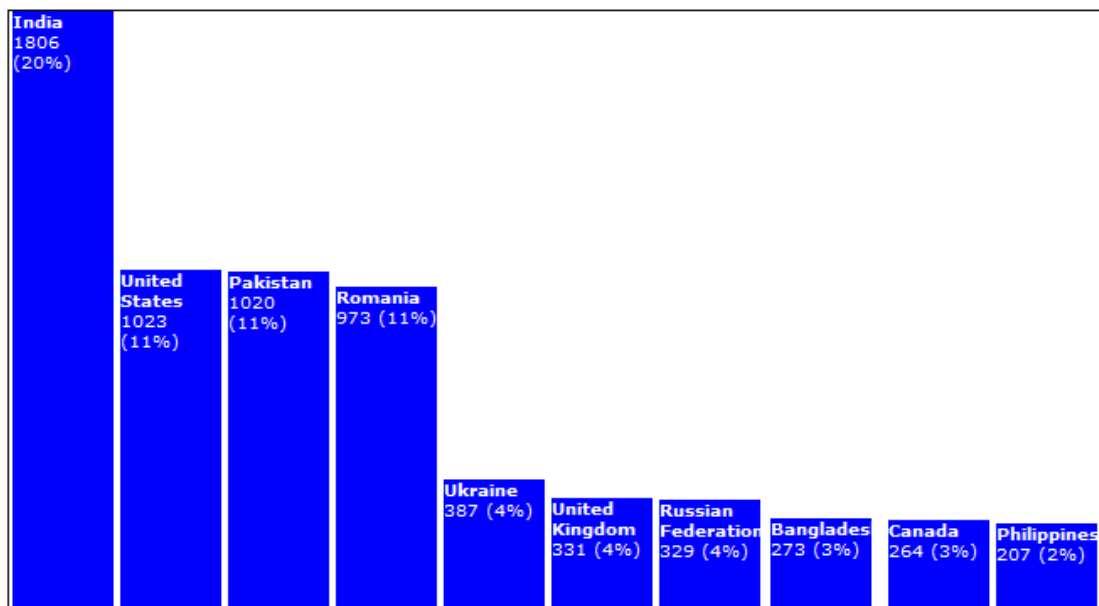


Gráfico 4.3 Origem dos desenvolvedores do www.rentacoder.com  
 Fonte: www.rentacoder.com

É interessante ver o posicionamento de países como a Índia , Paquistão e Romênia. Em contrapartida, é curioso notar que o Brasil, com toda a sua tradição em desenvolvimento de software, não está nas estatísticas do site que divulgam apenas os dez primeiros fornecedores de mão de obra para este mercado.

Uma busca nas oportunidades oferecidas pelo www.rentacoder.com é demonstrada no gráfico 4.4.

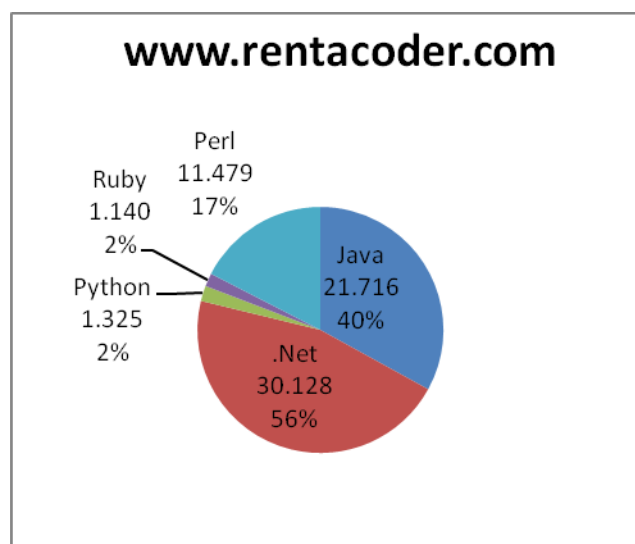


Gráfico 4.4 Linguagens solicitadas nos projetos oferecidos pelo www.rentacoder.com (04/2009).  
 Fonte: www.rentacoder.com



A segunda e terceira fontes de referência são sites nacionais de empregos na área de informática. A amostra é bem menor do que a da primeira fonte, mas os resultados demonstrados nos gráficos 4.5 e 4.6 confirmam da plataforma .NET e do Java.

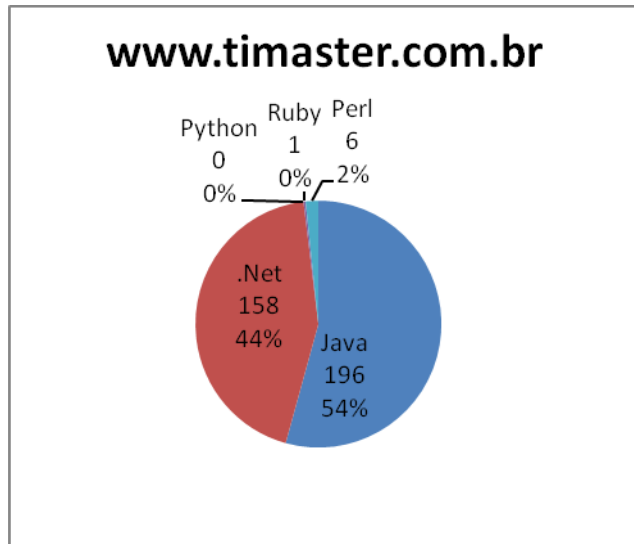


Gráfico 4.5 Origem dos desenvolvedores do www.timaster.com.br  
Fonte: www.timaster.com.br

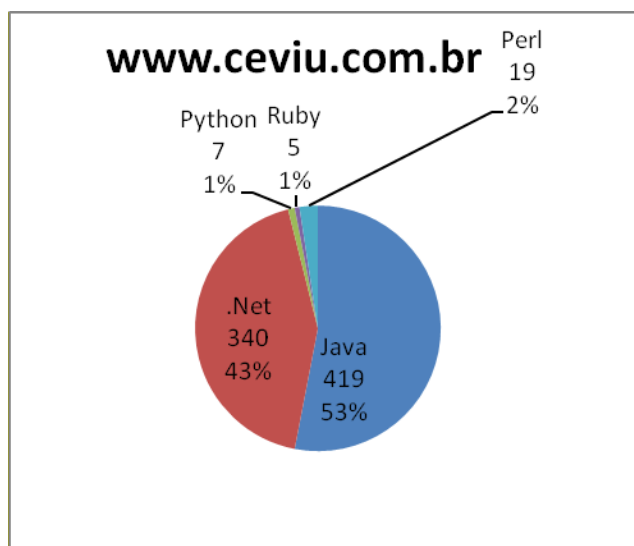


Gráfico 4.6 Origem dos desenvolvedores do www.ceviu.com.br  
Fonte: www.ceviu.com.br

### 4.3 A escolha: Ruby on Rails

Ruby on Rails possui uma série de características que a associam com inovação, e o seu uso tem crescido rapidamente. Este foi o Framework selecionado para construção do Mosaico.

A programação em Ruby on Rails é uma quebra de paradigmas, especialmente para quem está acostumado a trabalhar com linguagens mais antigas, procedurais. Seguem abaixo as

principais características deste *framework* observadas no período de um ano e meio de desenvolvimento do Mosaico.

**Framework** – O *framework* contempla: Action Record (banco de dados), Action Pack, Action Mailer (e-mail), Active Support e Active Web Services

**Modelo MVC** – O *framework* conduz o desenvolvedor a usar o padrão MVC, criando automaticamente a estrutura de pastas e arquivos (Figura 4.1).

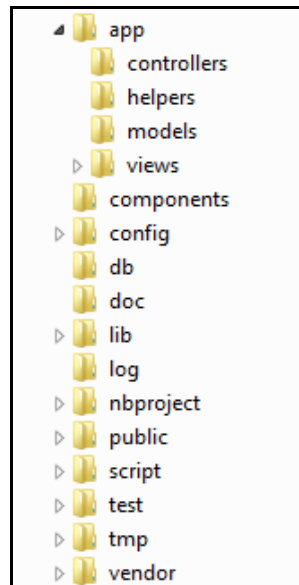


Figura 4.1 Estrutura de pastas criada pelo Ruby on Rails  
Fonte: Elaborado pelo autor.

**Orientação a objeto** – O Ruby é fortemente orientado a objeto. Praticamente tudo nesta linguagem pode ser transformado em um objeto. Por exemplo, em Ruby o Rails o numeral 3 não é uma estrutura primitiva. Ele é um objeto, tipo `fixnum`, que possui diversos métodos. Assim, é possível escrever o código abaixo:

```
3.upto(10) do
  puts "Olá"
end
```

**Interface Humana** – O Ruby segue o princípio de interface humana, em contraste com o de interface mínima do Java. A simplificação que isso produz é demonstrada pela comparação das linhas de código na tabela 4.1. Defensores da Interface humana afirmam que o exemplo abaixo de Interface Mínima fere o princípio de encapsulamento da orientação a objetos, já que o desenvolvedor tem de saber detalhes de como o objeto foi implementado. Por sua vez, a desvantagem da Interface Humana é que são necessários mais métodos.

Quadro 4.1 Interface humana x Interface Mínima

Interface Humana	Interface Mínima
l = list.last	l = list.get(list.size() -1);
l = list.first	l = list.get(0)

Fonte: Akita, 2006.

**Convenção sobre configuração** – Ao contrário do Java, em que tudo deve ser configurado, o Ruby on Rails, na maior parte das vezes, assume que o usuário usará determinado recurso da maneira mais usual, poupando configurações desnecessárias. Isso poupa muito trabalho ao desenvolvedor. Um exemplo fornecido por Akita (2006) é como ele analisa uma URL:

Exemplo: “/conta/show/1”

A regra padrão separará a URL assim:

- Conta – Classe ContaController
- Show – método show() da classe ContaController
- 1 – parâmetro chamado com o id com o valor “1”

Em outros *frameworks* seria necessário criar um ou mais arquivos de configuração para mapear que classe deve ser executada para qual URL.

**Mapeamento Objeto-Relacional** (ORM – Object-Relational Mapping) – Toda a operação de mapeamento objeto-relacional e persistência são feitas pelo *framework*.

**Controle de versões do Banco de Dados** – O Ruby on Rails tem ferramentas poderosas, como, por exemplo, o migrate, que ajudam no controle de versão do Banco de Dados. É possível avançar ou retornar a uma determinada versão por meio da execução de comandos no ambiente Ruby on Rails.

**Não se repita** (DRY – *Don't Repeat Yourself*). Esta sigla representa a filosofia de criar códigos enxutos, sem repetição. O Ruby on Rails possui mecanismos como o Helper e Partial, que ajudam a manter esta filosofia.

**Geração automática das interfaces de Inclusão, Consulta, Atualização e Exclusão** (CRUD – Create, Read, Update and Delete) – As interfaces para inclusão, alteração, consulta e exclusão são geradas automaticamente.

**Pluralização** – Quando o Ruby on Rails cria a estrutura de mapeamento Objeto-Relacional ele usa o recurso de pluralização. Se criamos uma tabela com o nome “users”, ele automaticamente cria um objeto com o nome “User” (no singular e com a primeira letra maiúscula). Ele faz isso seguindo as regras gramaticais da língua inglesa. Evidentemente, isso não funciona para todas as palavras da língua portuguesa. Para resolver este problema, usamos o plugin Brazilian Rails, desenvolvido por membros da comunidade Ruby on Rails do Rio de Janeiro (<http://rubyforge.org/projects/brazilian-rails/>).

**Compilação com geração de arquivos binários (Byte-code)** – O Ruby on Rails não tem a opção de transformar os códigos em arquivos binários, o que é uma grande limitação. Ou seja, qualquer pessoa que tiver acesso ao servidor de produção também tem acesso aos códigos fontes.

**Web 2.0:** O Ruby on Rails possui um excelente suporte para Ajax (acrônimo de Asynchronous Javascript And XML), que é uma forma de utilizar tecnologias como Javascript e XML para tornar as páginas da Internet mais interativas (Web 2.0). Esta forma de apresentação substitui as páginas tradicionais, onde cada ação do usuário tem de ser enviada ao servidor e ele precisa aguardar uma nova página completa com a resposta a sua solicitação. O Ajax é executado no próprio navegador utilizado pelo usuário.

A percepção do autor é que o Ruby on Rails atende bem ao que se propõe: ser um ambiente de desenvolvimento rápido para criação de aplicações WEB.

Durante o desenvolvimento do Mosaico, foi lançada a versão 1.9 do Ruby. No entanto, a falta de literatura e as mudanças significativas da nova versão levaram o autor a decidir em permanecer com a versão 1.8.6.

Também durante o desenvolvimento foi feita uma pesquisa de *plugins* e bibliotecas gráficas e foi possível observar como as linguagens tradicionais têm uma oferta muito maior destes itens. Componentes para o Ruby on Rails quase sempre são desenvolvidos de forma voluntária por profissionais ou grupos, estão em uma versão beta e não há qualquer garantia de continuidade ou de suporte. Isso é um fator relevante a ser considerado na hora de se optar por uma linguagem para o desenvolvimento de um sistema.

#### 4.4 Web Services

Uma das principais premissas do projeto Mosaico é a independência entre os módulos. Para isso, é necessário que os módulos possam ser chamados e troquem informações de forma

simples e padronizada, com total independência da plataforma. Duas tecnologias são as escolhas naturais por atenderem plenamente estes requisitos: Web Services e XML.

Ao passo que HTML é uma linguagem de marcação para exibição de dados na Internet, XML é uma linguagem de marcação para troca de dados na web.

A tecnologia de Web Services foi padronizada pelo W3C (World Wide Web Consortium) e foi adotada por empresas como IBM, Microsoft, Sun Microsystems.

Web Services são componentes distribuídos na web, que executam funções específicas e que trocam informações entre si por meio de XML.

Quando uma página na Internet é exibida, o que está sendo visto é um documento HTML que foi interpretado pelo navegador do usuário. Quando é solicitado um recurso desta página, o site retorna um segundo HTML com o resultado. Um exemplo deixa isso mais claro: Ao entrar no site da livraria virtual Amazon ([www.amazon.com](http://www.amazon.com)), é exibida uma página HTML com uma opção de busca. Ao digitar um assunto, por exemplo, Web Services, outra página HTML ([http://www.amazon.com/s/ref=nb\\_ss\\_gw?url=search-alias%3Daps&field-keywords=webservices](http://www.amazon.com/s/ref=nb_ss_gw?url=search-alias%3Daps&field-keywords=webservices)) é exibida com o resultado da sua pesquisa. Esta página de retorno é útil para nós, humanos, mas dificilmente poderia ser aproveitada por um sistema. Como fazer, por exemplo, para se introduzir em outro site uma busca no site da Amazon e mostrar o resultado integrado neste site? A resposta são os Web Services, programas que estão disponíveis na internet que usualmente recebem XMLs como entrada e geram XMLs como saída. Como o XML é uma linguagem estruturada, é possível que o programa cliente leia a resposta e a trate como quiser.

Usando o site flickr.com, podemos exemplificar melhor este assunto. O Flickr é um site da Web 2.0 que permite aos usuários enviarem, classificarem e compartilharem fotos.:

O exemplo envolve a pesquisa da palavra “carros” no site. A Figura 4.2 mostra o retorno de uma mesma pesquisa no formato “humano” (HTML), e a Figura 4.3, no formato “sistema” (XML).



Figura 4.2 Retorno em HTML

Fonte: <http://www.flickr.com/search/?q=carros>



Figura 4.3 Retorno em XML

Fonte: [http://api.flickr.com/services/rest/?method=flickr.photos.search&api\\_key=0147fdf1535f739c0382fd3095a036d7&tags=carros&api\\_sig=232f74f0c3d51f43c22ecd8e5da7148e](http://api.flickr.com/services/rest/?method=flickr.photos.search&api_key=0147fdf1535f739c0382fd3095a036d7&tags=carros&api_sig=232f74f0c3d51f43c22ecd8e5da7148e)

Olhando sob um ponto de vista macro, a implementação de um Web Service pode ser dividido em duas categorias: servidores e clientes de serviços.

O Mosaico explora estas duas categorias. Por exemplo, o Mosaico-Stat oferece serviços de estatísticas (servidor) que é consumido pelo módulo Mosaico-Core (Cliente).

Como a troca de informações ocorre via XML, os Web Services são independentes de plataforma. Por exemplo, clientes escritos em Ruby podem se comunicar com servidores escritos em Java.

A literatura aponta duas maneiras principais de implementar um Web Service [Marshall, 2008]: Single Object Access Protocol (SOAP) e Representational State Transfer (REST). Deve-se

ter cuidado ao comparar estas tecnologias que tem abordagens completamente diferentes. REST é um estilo de arquitetura para criar aplicativos cliente / servidor. SOAP é uma especificação de protocolo para troca de dados entre dois pontos.

**SOAP** (Simple Object Access Protocol): o protocolo de comunicação utilizado pelos Web Services. Esse já estabelecido padrão de comunicação trabalha com os dados no formato XML, utilizando o protocolo HTTP para transporte de dados. O protocolo SOAP faz uso do WSDL (Web Services Description Language), que é uma forma de documentar o Web Service e de automatizar muitos dos passos necessários para a criação de clientes. Ele fornece informações sobre: detalhes dos métodos; argumentos dos métodos; valores que ele retorna e a codificação usada para transportar os dados entre o servidor e o cliente. No passado, este arquivo tinha de ser escrito manualmente, hoje há ferramentas que o geram automaticamente [MARSHALL, 2008]. Documentação sobre WSDL pode ser encontrada em <http://www.w3.org/TR/wsdl>.

SOAP é derivado do XML-RPC. Por isso, SOAP e XML-RPC funcionam de forma parecida, tentando simular operações normais de programação.

**REST** trabalha de forma bem diferente. REST não tenta simular operações normais de programação, mas, em vez disso, usa as operações normais de HTTP: Get, Put, Post e Delete. Neste trabalho, optamos pelo REST pela sua simplicidade. Este é um atributo importante, já que queremos que os Web Services sejam desenvolvidos por pessoas diferentes. Um exemplo de servidor que usa a arquitetura REST é o serviço de busca do Yahoo. REST também tem a sua proposta de linguagem de descrição, a WADL (Web Application Description Language), embora ainda não haja consenso sobre a real utilidade e poucos ainda estejam fazendo uso dela. Um dos fatores que impedem a sua disseminação é a própria simplicidade e clareza do REST (RICHARDSON, 2007).

Outro conceito importante é o UDDI (Universal Description, Discovery and Integration): é a "lista dos classificados" dos Web Services. Esse serviço possibilita uma forma padrão, rápida e fácil de empresas e usuários encontrarem Web Services que sejam úteis de acordo com seus interesses. Atualmente, várias empresas mantêm esse serviço de busca e registro de Web Services: UDDI Org., Microsoft, IBM, SAP, dentre outras.

A literatura aponta o REST como a tecnologia do futuro para Web Services, especialmente pela sua simplicidade. Esta foi a tecnologia adotada para o desenvolvimento do Mosaico.

Alguns sites que disponibilizam serviços através de REST:

www.flickr.com	– Site de fotos
www.amazon.com	– Site de comércio eletrônico
www.twitter.com	– Site de relacionamentos
www.google.com	– Site de buscas
www.yahoo.com	– Site de buscas

#### 4.5 O ambiente estatístico

Um dos programas estatísticos mais usados nas ciências sociais é o SPSS. SPSS é a abreviatura para *Statistical Package for the Social Sciences*. No entanto, o SPSS é um produto comercial com custo elevado. A hipótese no início deste trabalho era se seria possível chegar ao mesmo resultado por meio da utilização de um produto livre na geração dos Web Services estatísticos do Mosaico, como, por exemplo, o R. A hipótese foi comprovada ser verdadeira.

R é uma linguagem e um ambiente para computação estatística e geração de gráficos. O R é um software livre de código aberto e é uma evolução da linguagem S que foi desenvolvida pelos laboratórios da Bell (antiga AT&T, atualmente Lucent Technologies). Ele foi originalmente escrito no início da década de 1990 por Robert Gentleman and Ross Ihaka (R & R) do departamento de estatística da Universidade de Auckland. Desde 1997, é mantido por um grupo desta mesma universidade e conta com colaboração de pessoas de todas as partes do mundo.

O R pode rodar em diversas plataformas, como o Unix, Linux, MacOS e Windows. Ele pode ser estendido com o uso de pacotes (*packages*). O Mosaico usa o *package* *Psychometric* para o cálculo do índice de fidedignidade por intermédio do Alfa de Cronback.

O site <http://www.math.montana.edu/Rweb/> permite executar o R a partir de um navegador. É uma boa opção para o uso do R sem a necessidade de instalá-lo.

O R gera um arquivo de log cada vez que um script é executado. Este arquivo tem a extensão “.Rout” e é muito útil para refinar e depurar o script (Figura 4.4).



```

R version 2.8.1 (2008-12-22)
Copyright (C) 2008 The R Foundation for Statistical Computing
ISBN 3-900051-07-0

R é um software livre e vem sem GARANTIA ALGUMA.
Você pode redistribuí-lo sob certas circunstâncias.
Digite 'license()' ou 'licence()' para detalhes de distribuição.

R é um projeto colaborativo com muitos contribuidores.
Digite 'contributors()' para obter mais informações e
'citation()' para saber como citar o R ou pacotes do R em publicações.

Digite 'demo()' para demonstrações, 'help()' para o sistema on-line de ajuda,
ou 'help.start()' para abrir o sistema de ajuda em HTML no seu navegador.
Digite 'q()' para sair do R.

> library("psychometric")
Carregando pacotes exigidos: multilevel
Carregando pacotes exigidos: nlme
Carregando pacotes exigidos: MASS
> dados<-read.table("c:/workrails/mosaico-stat/public/upload/2009528721555778651_tab.tab",header=TRUE,skip=1)
> med<-median(dados[,2])
> xt<-tabulate(dados[,2])
> xmode<-which(xt ==max(xt))
> if(sum(xt == max(xt))>1) xmode<-NA
> texto<-paste("Pergunta: ", "1", "mediana: ", med, "moda: ", xmode, sep=" ")
> jpeg(filename="2009528721555778651_his_1.jpg")
> hist(dados[,2])
> dev.off()
null device
1
> jpeg(filename="2009528721555778651_box_1.jpg")
> boxplot(dados[,2],xlab=texto)
> dev.off()
null device
1
> jpeg(filename="2009528721555778651_dim_box_.jpg")
> dadosdimensao<-dados[,c(2)]
> alfa = cronbach(dadosdimensao)
Erro em apply(items, 1, sum) : dim(x) must have a positive length
Calls: cronbach -> var -> is.data.frame -> inherits -> apply
Execução interrompida

```

Figura 4.4 Exemplo do arquivo de Log do R  
Fonte: Elaboração do autor.

## 4.6 SVG

O Scalable Vector Graphics (SVG) é um formato aberto de imagem vetorial 2D especificado pelo W3C. O SVG é um dialeto XML que pode ser editado em um editor de texto simples como o bloco de notas do Windows (HECKERT, 2008).

Nas imagens bitmap, cada pixel da imagem é definido. Isso faz com que esta imagem não possa ser ampliada sem perda de qualidade. As imagens vetoriais são definidas por meio de fórmulas que podem se adaptar a qualquer tamanho. Por isso, imagens vetoriais podem ser ampliadas infinitamente. Outra vantagem das imagens vetoriais é que, por guardarem apenas comandos ou fórmulas, elas são muito mais leves que as imagens bitmap. Isso é muito relevante quando precisamos transmitir imagens pela WEB.

Para compreender melhor, veja o arquivo SVG abaixo (Figura 4.5).

```

<svg xmlns="http://www.w3.org/2000/svg" width="200" height="200">

  <circle cx="100" cy="100" r="90" stroke="#000" stroke-width="10" fill="#F00" />

  <path stroke="#000" stroke-width="10" d="M 80,60 L 80,120" />
  <path stroke="#000" stroke-width="10" d="M 120,60 L 120,120" />

  <path stroke="#000" stroke-width="10" fill="none" d="M 40,120 C 50,180 150,180 160,120" />

</svg>

```

Figura 4.5 Exemplo de um arquivo SVG  
Fonte: Elaboração do autor.

O comando “circle” desenha um círculo. O comando “stroke” permite que se desenhe qualquer forma, informando apenas os nós que compõem esta forma. Portanto, concluímos que este arquivo SVG desenha um círculo e três outras formas. Para saber que imagem é esta, basta abrir este arquivo usando o Firefox (arquivos SVG são abertos nativamente no Firefox). O resultado está na Figura 4.6.

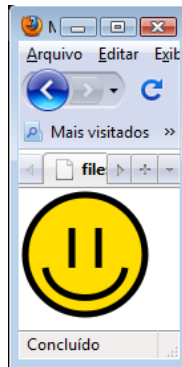


Figura 4.6 Resultado do arquivo SVG  
Fonte: Firefox.

O R possui um pacote para geração de gráficos no formato SVG. O nome do pacote é RSvgDevice e a função é devSVG(). A figura 4.7 mostra um pedaço do script R gerado pelo Mosaico-Stat em que foi introduzido a função devSVG().

```
library("psychometric")
dados<-read.table("c:/workrails/mosaico-stat/public/upload/2009322130308036545_tab.tab",header=TRUE,skip=1)
med<-median(dados[,2])
xt<-tabulate(dados[,2])
xmode<-which(xt ==max(xt))

devSVG()
boxplot(dados[,2],xlab=texto)
dev.off()
```

Figura 4.7 Script R para geração de SVG  
Fonte: Elaboração do autor.

O resultado da execução deste script no R gera um arquivo SVG que pode ser visto na Figura 4.8.

```
<?xml version="1.0"?>
<svg xmlns="http://www.w3.org/2000/svg" width="722.70" height="578.16"
viewBox="0,0,722.70,578.16">
<desc>R SVG Plot!</desc>
<rect width="100%" height="100%" style="fill:#FFFFFF"/>
<polygon points="245.42 , 362.30 493.95 , 362.30 493.95 , 52.74 245.42
, 52.74 " style="stroke-width:1;stroke:#FFFFFF;fill:#FFFFFF;stroke-
opacity:0.000000;fill-opacity:1.000000;stroke-dasharray" />
<line x1="245.42" y1="207.52" x2="493.95" y2="207.52" style="stroke-
width:3;stroke:#000000;fill:#000000;stroke-opacity:1.000000;fill-
opacity:0.000000"/>
<line x1="369.68" y1="517.09" x2="369.68" y2="362.30" style="stroke-
width:1;stroke:#000000;fill:#000000;stroke-opacity:1.000000;fill-
opacity:0.000000;stroke-dasharray"/>
<line x1="369.68" y1="52.74" x2="369.68" y2="52.74" style="stroke-
width:1;stroke:#000000;fill:#000000;stroke-opacity:1.000000;fill-
opacity:0.000000;stroke-dasharray"/>
<line x1="307.55" y1="517.09" x2="431.82" y2="517.09" style="stroke-
width:1;stroke:#000000;fill:#000000;stroke-opacity:1.000000;fill-
opacity:0.000000"/>
<line x1="307.55" y1="52.74" x2="431.82" y2="52.74" style="stroke-
width:1;stroke:#000000;fill:#000000;stroke-opacity:1.000000;fill-
```

Figura 4.8 Arquivo SVG gerado pelo R

Ao abrir este arquivo no Firefox, o SVG é convertido em uma imagem (Gráfico 4.7).

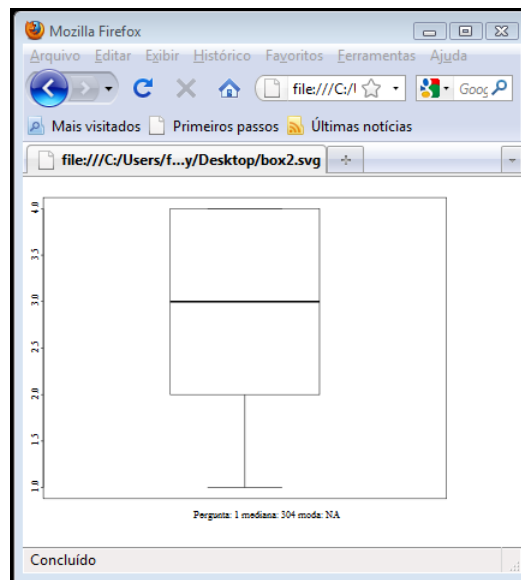


Gráfico 4.7 Imagem do arquivo SVG gerado pelo R  
Fonte: Elaboração do autor.

Como um dos objetivos principais do Mosaico é fazer com que o consumo dos Web Services seja o mais fácil possível, optou-se por não usar a tecnologia SVG na primeira versão do Mosaico. Em vez disso, foi utilizado XML com ponteiros para as imagens que ficam no servidor do Mosaico-Stat.

#### 4.7 Máquina Virtual

O Mosaico está instalado em uma máquina virtual. Uma máquina virtual é basicamente um computador dentro de outro computador. Por meio de um software, é possível instalar um computador virtual dentro de um computador físico. Este computador virtual vai usar parte dos recursos do computador físico (disco rígido, memória, placa de vídeo, placa de rede etc.), mas vai trabalhar de forma completamente independente.

A criação do conceito de máquinas virtuais foi motivada por uma série de fatores, dentre eles:

- **Ter vários sistemas operacionais na mesma máquina física rodando simultaneamente.** Enquanto esta dissertação estava sendo desenvolvida, o Mosaico rodava em uma máquina virtual com o Windows 2003 em uma máquina física com Windows XP, em que eram executadas outras tarefas sem que um ambiente interferisse no outro.
- **Consolidação do número de máquinas.** O número de servidores nos Data Centers não para de crescer. Além do custo de equipamentos e hardware, os custos

com refrigeração, energia e gerenciamento são significativos. Ao mesmo tempo, percebe-se que grande parte das máquinas não têm os seus recursos plenamente utilizados. A virtualização permite utilizar a máquina no seu limite, colocando quantas máquinas virtuais forem possíveis em um mesmo servidor.

- **Independência do Hardware.** Devido à camada intermediária criada pelo software que gerencia a máquina virtual, ela pode ser movida para outra máquina física por simplesmente copiar o arquivo onde está a máquina virtual.

Para criar uma máquina virtual, é necessário instalar um gerenciador na máquina física. A tecnologia de máquina virtual usada no Mosaico é o Microsoft Virtual Server da Microsoft. Com o Windows 2008 Server, a Microsoft lançou uma nova tecnologia chamada Hyper-V. O Hyper-V é uma resposta ao VMware, líder de mercado de gerenciadores de máquinas virtuais.

#### 4.8 Banco de Dados

Foi usado neste projeto o MySQL, que é um dos bancos relacionais mais difundidos, com mais de cem milhões de cópias distribuídas ao redor do mundo. Ele pertence a Sun Microsystems e é oferecido em diversas versões, incluindo a versão gratuita que é utilizada neste projeto.

#### Surrogate Key

O estudo do framework Ruby on Rails nos levou a um conceito que é mais conhecido pelos profissionais que trabalham com Data Warehouses: surrogate key.

O conceito de surrogate key surgiu da necessidade de agilizar a pesquisa em sistema de apoio à decisão e seus Data Warehouses. Surrogate Keys são chaves artificiais, sem significado específico e que servem apenas para identificar de forma única uma linha da tabela. Uma grande vantagem destas chaves é que elas nunca precisarão ser substituídas e nunca estarão erradas. Em um sistema que usa chaves tradicionais isso não ocorre. Por exemplo, a chave de uma tabela de alunos pode ser a matrícula dele. Por uma falha no sistema, esta matrícula pode estar errada e será necessário alterá-la na tabela e em todas as tabelas que se relacionam com ela. Outra situação envolve uma mudança no formato do código da matrícula, que pode passar de numérico para string, exigindo novamente uma mudança em diversas tabelas. É esta característica que a torna ideal para Data Warehouses, que tem de lidar com diversas mudanças com o passar do tempo (KIMBALL, 1998).

Mas, para quem está acostumado a trabalhar com chaves tradicionais, incluindo chaves compostas, que trazem um significado dentro de si, o trabalho com surrogate Keys exige um tempo de adaptação.

## MySQL Workbench

MySQL Workbench é uma ferramenta gráfica para projeto, gerenciamento e documentação de banco de dados MySQL. Ela está disponível para as plataformas Windows, OSX e Linux em duas versões: comercial e código aberto (The Community Version – OSS).

### 4.9 Ferramenta IDE (*Integrated Development Environment*)

Netbeans é a IDE (Figura 4.7), ambiente integrado de desenvolvimento, utilizada para o desenvolvimento do Mosaico. Ela pode ser obtida gratuitamente no site <http://download.netbeans.org/netbeans/6.0/final/>.

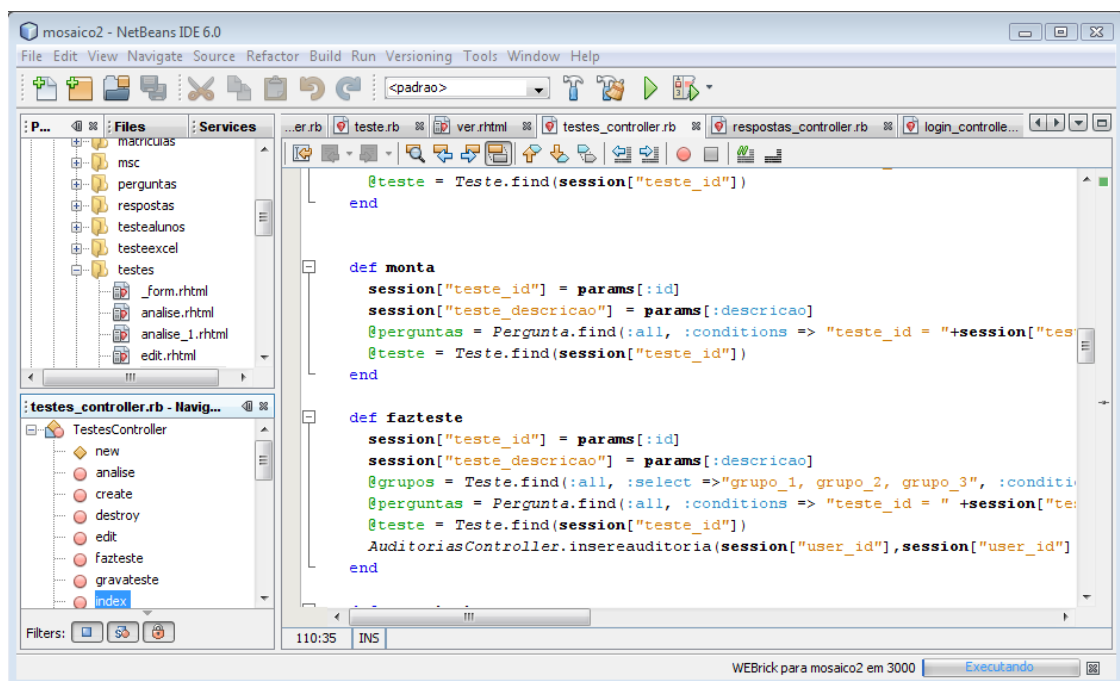


Figura 4.7 Ferramenta IDE  
Fonte: Elaboração do autor.

### 4.7 Considerações Finais

À medida que o software deixou as telas de fósforo verde dos terminais de vídeo para passar a fazer parte de uma infinidade de equipamentos que estão conectados por uma rede mundial, a complexidade de desenvolvimento de software aumentou significativamente. A decisão de que tecnologias escolher não é nada simples e pode ajudar muito no sucesso ou no fracasso do projeto. Diante de tanta complexidade e volatilidade, vem o reconhecimento de que simplesmente não somos capazes de prever com 100% de certeza qual será o resultado final do software que está sendo desenvolvido. Encontramos, então, nos conceitos do desenvolvimento ágil uma proposta para lidar com este novo mundo.

## Capítulo 5

# Especificação e Implementação do Mosaico

“Você nunca sabe que resultados virão da sua ação. Mas se você não fizer nada, não existirão resultados.”

*Mahatma Gandhi*

Este capítulo apresenta o protótipo do Mosaico, as tecnologias utilizadas na sua construção e os dois módulos já desenvolvidos: Mosaico-Core e Mosaico-Stat.

### 5.1. Premissas

O Mosaico, nome que sugere algo construído com diversos fragmentos, é um ambiente de avaliação distribuído. Este modelo assume algumas premissas: cada módulo é desenvolvido por uma especialista, utilizando o conceito de Web Services e não depende de linguagem de desenvolvimento, sistema operacional ou metodologia de desenvolvimento. O único padrão a seguir é o uso de XML para troca de informações e a possibilidade de ser usado de forma independente ou em conjunto com outros módulos.

O Mosaico se propõe a trabalhar nas fases de planejamento, execução e análise e nas diversas formas de avaliação: diagnóstica, formativa e somativa (Figura 5.1).

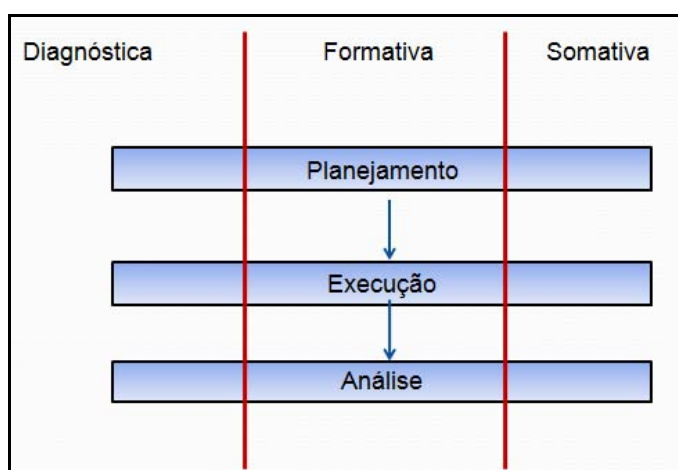


Figura 5.1 Escopo do Mosaico  
Fonte: Elaboração do autor.

### 5.2. O Mosaico-Stat

O capítulo 3 abordou alguns tipos de análises que podem ser desenvolvidas sobre os resultados de uma avaliação. É exatamente sobre estes conceitos que foi desenvolvido o primeiro módulo do Mosaico, o módulo de estatísticas.

Neste capítulo, serão abordados apenas aspectos técnicos que são essenciais para a compreensão do Mosaico. Mais detalhes de tecnologia estão disponíveis no capítulo 4.

#### 5.2.1 Entrada de Dados

Inicialmente, a única forma de enviar dados para o Mosaico-Stat era por meio de um XML. O uso da ferramenta pelos usuários que participaram da etapa de validação da ferramenta mostrou que nem sempre esta seria a forma mais prática. O uso de XML é ideal quando queremos integrar o Mosaico-Stat com outras ferramentas. Mas e se o usuário já tiver os dados organizados em uma tabela? Como ele poderia utilizar o Mosaico-Stat diretamente sem ter de

aprender a gerar um XML? Diante desta necessidade, foi desenvolvida uma nova modalidade de envio de dados, por meio do envio (upload) de arquivos-texto contendo a tabela com os dados. Portanto, a versão atual do Mosaico permite a entrada de dados de duas maneiras: envio de um XML, envio de um arquivo.

### 5.2.1.1 – Entrada de Dados por Envio de XML

O XML de entrada de dados do Mosaico-stat tem duas seções principais: a primeira <questões> é a de questões onde aparecem todas as suas identificações e respectivas dimensões. A dimensão é usada para criar grupos de questões. Estes grupos são utilizados para análise de correlação e geração do Alfa de Cronbach; a segunda seção <alunos> contém para cada aluno a resposta dada a cada questão. Um XML de exemplo é mostrado abaixo (Figura 5.2):

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8" ?>
<principal>
  <questoes>
    <q ident="1" dimensao="A"></q>
    <q ident="2" dimensao="B"></q>
    <q ident="3" dimensao="C"></q>
  </questoes>
  <alunos>
    <alu id="3">
      <p n="1">1</p>
      <p n="2">2</p>
      <p n="3">3</p>
    </alu>
    <alu id="34">
      <p n="1">3</p>
      <p n="2">5</p>
      <p n="3">4</p>
    </alu>
  </alunos>
</principal>
```

Figura 5.2 XML de entrada  
Fonte: Elaboração do autor.

Montar um XML não é complexo, mas qualquer falha na sua estrutura gerará um erro. Para facilitar os testes de módulos que venham consumir os serviços do Mosaico-Stat, foi desenvolvida uma página de testes (Figura 5.3), em que é exibido um XML exemplo e permite-se que o usuário envie este ou outro XML. Esta opção está disponível na tela principal do Mosaico-stat.





Figura 5.3 Página de teste de envio de XML  
 Fonte: Elaboração do autor.

O Mosaico-Stat retorna uma página com o XML resultante (Figura 5.4).

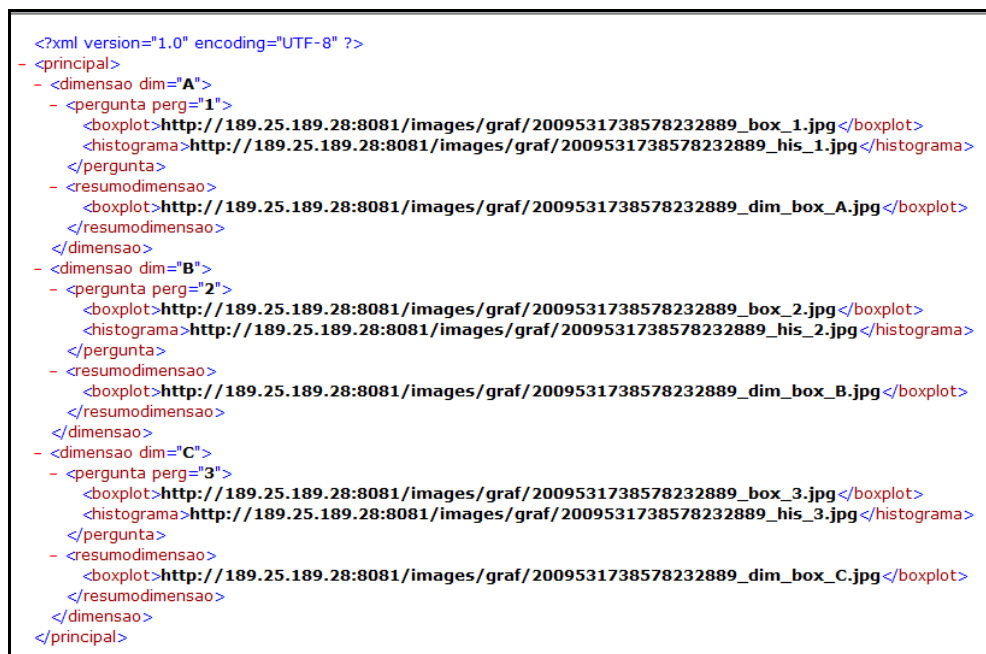


Figura 5.4 Página de retorno do teste de envio de XML  
 Fonte: Elaboração do autor.

O XML de retorno contém o endereço de todas as imagens (Gráfico 5.1) geradas pelo Mosaico-stat.

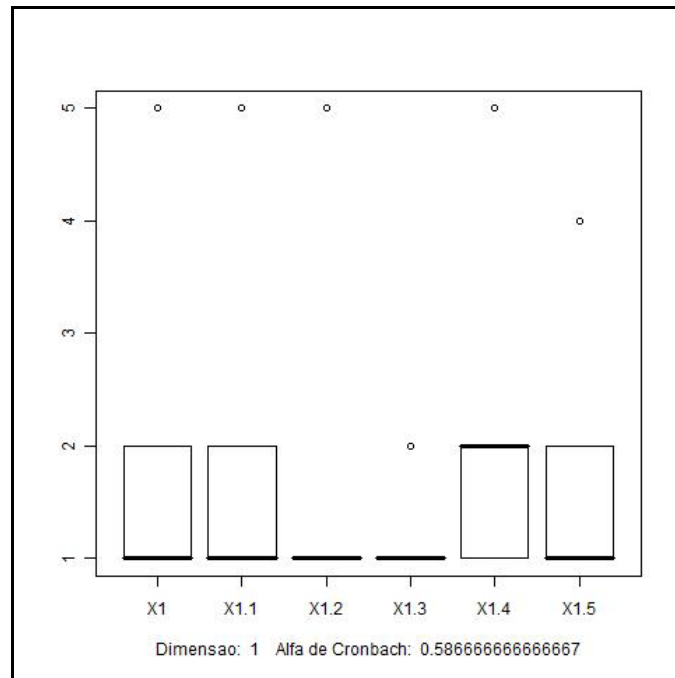


Gráfico 5.1 Parte da página de retorno do teste de envio de XML  
Fonte: Elaboração do autor.

### 5.2.1.2 Entrada de Dados por Envio de Uma Tabela

Quando se tem um conjunto de dados que precisam ser tratados ou analisados por um software, o melhor a fazer é organizá-los em uma tabela. Uma organização típica contém na(s) primeira(s) linha(s) os identificadores e/ou classificações dos dados. Nas linhas subsequentes, a primeira coluna contém a identificação do item (no caso, o aluno) e nas outras os dados propriamente ditos (as respostas).

O Mosaico-stat trabalha também seguindo o conceito acima. Para facilitar a preparação da tabela, na própria página de envio existe uma explicação detalhada sobre o formato da tabela (Figura 5.5).

Quando esta opção de envio é utilizada, o Mosaico retorna um HTML com os resultados e não um XML.

## Gerador de Estatísticas

Faça o upload do arquivo com o resultado da sua pesquisa/teste e deixe o Gerador de estatísticas fazer o trabalho por você.

O arquivo enviado deve estar no formato texto (.txt) com as colunas separadas por tabulação. Ele pode ser construído, por exemplo, no excel e posteriormente salvo como "texto separado por tabulações".

0	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	Q7
0	1	1	2	2	2	3	3
1	1	3	2	4	3	2	1
2	1	2	3	2	3	3	2
3	2	3	1	4	3	1	3
4	4	3	2	1	2	2	4
5	1	2	3	2	3	4	3

←--- **Linha 1** - A coluna 1 deve conter o número 0.  
As colunas 2 em diante devem conter a identificação de cada pergunta.

0	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	Q7
0	1	1	2	2	2	3	3
1	1	3	2	4	3	2	1
2	1	2	3	2	3	3	2
3	2	3	1	4	3	1	3
4	4	3	2	1	2	2	4
5	1	2	3	2	3	4	3

←--- **Linha 2** - A coluna 1 deve conter o número 0.  
As colunas 2 em diante devem conter a dimensão da questão que está na respectiva coluna.

0	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	Q7
0	1	1	2	2	2	3	3
1	1	3	2	4	3	2	1
2	1	2	3	2	3	3	2
3	2	3	1	4	3	1	3
4	4	3	2	1	2	2	4
5	1	2	3	2	3	4	3

**Demais linhas** - A coluna 1 deve conter a identificação do aluno.  
←--- As colunas 2 em diante devem conter a resposta dada a questão que está na respectiva coluna.

Figura 5.5 Tela de envio de tabela de dados  
Fonte: Elaboração do autor.

### 5.2.2 – A integração com o R

Uma vez escolhido o R, começou-se a pesquisa de como fazer a integração com o Ruby on Rails. Existe um projeto chamado RSRuby (<https://rubyforge.org/projects/rsruby/>), que faz esta integração. No entanto, quando este trabalho foi iniciado, o projeto do RSRuby estava parado e passava por longos períodos sem atualização. Foi decidido que não seria utilizado este recurso para que uma das funções básicas do projeto, a geração de estatísticas, não ficasse dependente de um plugin. Existe outro projeto chamado ruby-rmathlib (<http://raa.ruby-lang.org/project/ruby-rmathlib/>), mas ele não é atualizado desde 2004. Decidiu-se, então, trabalhar diretamente por intermédio da execução de arquivos de script do R.

### Primeira implementação

A Figura 5.6 mostra a sequência da primeira implementação das estatísticas pelo Mosaico-stat: 1 – o módulo recebe um XML com os dados que devem ser processados; 2 – é criado um arquivo script com todos os comandos R e os dados que devem ser processados; 3 – É criado um arquivo bat (Figura X.10) cuja função é invocar o R e executar o script salvo em 2.; 4 – o arquivo bat é executado; 5 – o R é executado; 6 – O R processa o arquivo script+dados; 7 – gráficos são gerados.

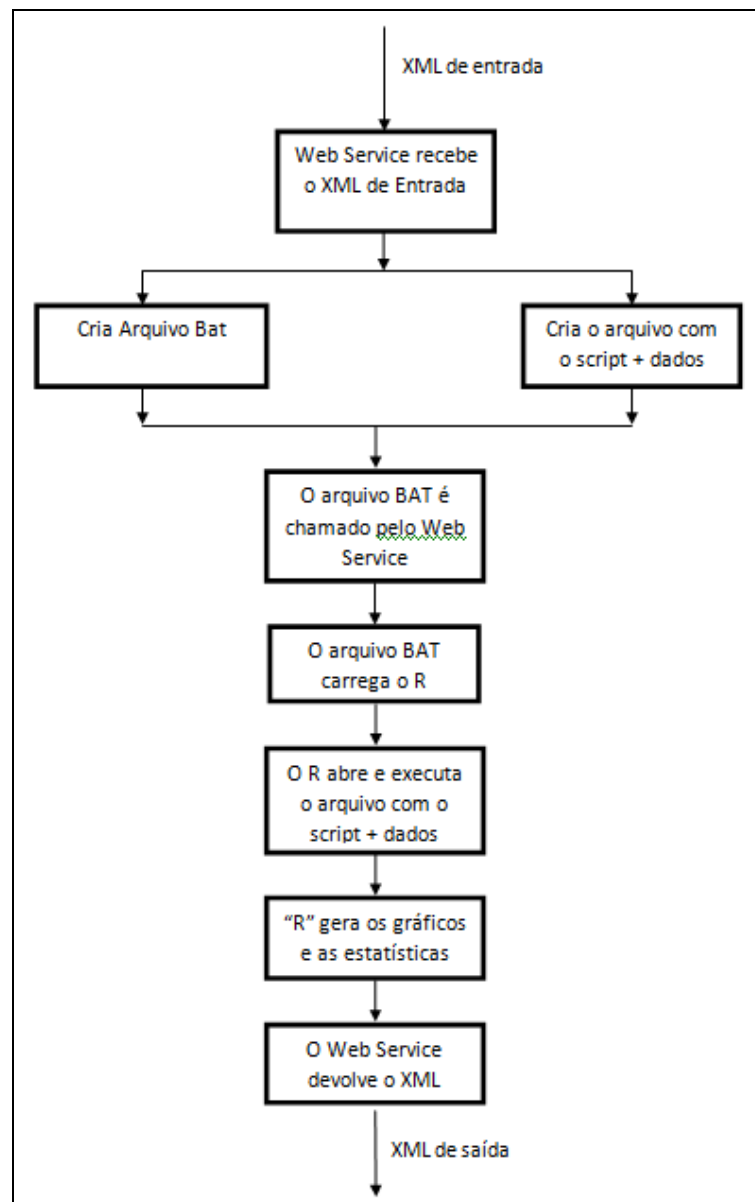


Figura 5.6 A primeira implementação de geração de estatísticas e gráficos  
Fonte: Elaboração do autor.

A Figura 5.7 mostra parte de um script do R gerado pela primeira versão do Mosaico. Nesta versão, os dados estão misturados com os comandos. Isso pode ser visto na linha 2, onde uma variável x recebe um conjunto de dados formado pelos números 1,2,3,4,1,2,3,20.

```
...
jpeg(filename="2008-10-11-15-55-38-9620172_boxplot_script1.jpg")
x=c(1,2,3,4,1,2,3,20)
boxplot(x,main="BoxPlot", col="blue")
dev.off()
jpeg(filename="2008-10-11-15-55-38-9620172_boxplot_script2.jpg")
x=c(12,22,33,44)
boxplot(x,main="BoxPlot", col="blue")
dev.off()
jpeg(filename="2008-10-11-15-55-38-9620172_boxplot_script3.jpg")
x=c(1,2,2,5)
boxplot(x,main="BoxPlot", col="blue")
dev.off()
...
```

Figura 5.7 Arquivo Script + Dados  
Fonte: Elaboração do autor.

### Segunda implementação

Na segunda versão da geração de estatísticas e gráficos, o Mosaico-Stat passou a criar o arquivo de script independente do arquivo de dados, resultando assim numa solução muito mais limpa e organizada (Figura 5.8). Esta refatoração do código permitiu usar o mesmo script para as duas formas de envio de dados: por XML, ou por envio (*upload*) de arquivo.

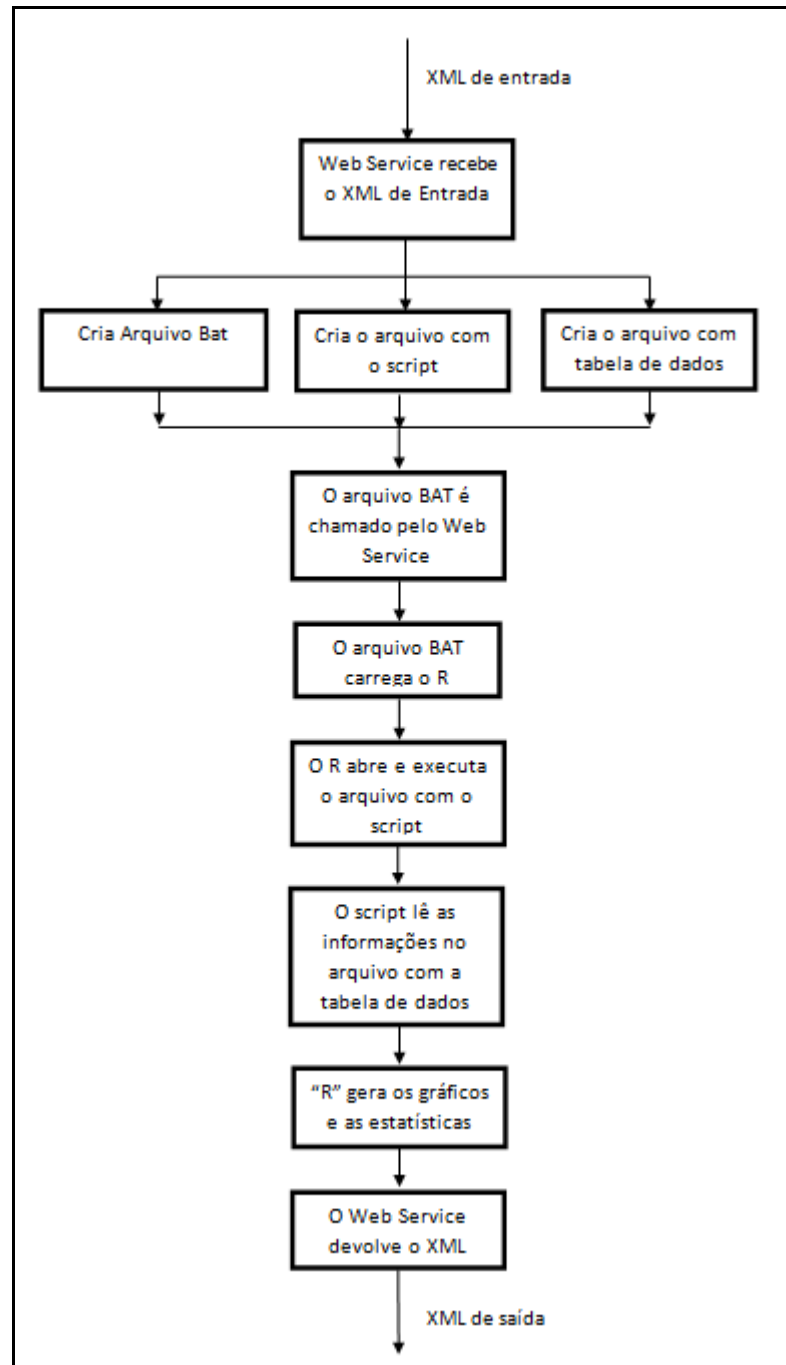


Figura 5.8 A segunda versão da geração de estatísticas e gráficos  
Fonte: Elaboração do autor.

Na Figura 5.9, pode-se ver o script gerado pela segunda versão do Mosaico-stat apenas com o script do R. Na linha 2, é possível ver a leitura dos dados que estão em um arquivo separado.

```

library("psychometric")
dados<-read.table("c:/workrails/mosaic-
stat/public/upload/200932213602703463_tab.tab",header=TRUE,skip=1)
med<-median(dados[,2])
xt<-tabulate(dados[,2])
xmode<-which(xt ==max(xt))
if(sum(xt == max(xt))>1) xmode<-NA
texto<-paste("Pergunta: ","1","mediana: ",med,"moda: ",xmode,sep=" ")
jpeg(filename="200932213602703463_his_1.jpg")
hist(dados[,2])
dev.off()
jpeg(filename="200932213602703463_box_1.jpg")
boxplot(dados[,2],xlab=texto)
dev.off()
med<-median(dados[,8])
xt<-tabulate(dados[,8])
xmode<-which(xt ==max(xt))
if(sum(xt == max(xt))>1) xmode<-NA
texto<-paste("Pergunta: ","7","mediana: ",med,"moda: ",xmode,sep=" ")
jpeg(filename="200932213602703463_his_7.jpg")
hist(dados[,8])
dev.off()
jpeg(filename="200932213602703463_box_7.jpg")
boxplot(dados[,8],xlab=texto)
dev.off()

```

Figura 5.9 Arquivo Script  
 Fonte: Elaboração do autor.

A Figura 5.11 mostra o arquivo criado pelo Mosaico-stat com os dados que serão lidos pelo script.

Tabela 5.1 Arquivo de dados

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0	5	3	3	3	4	1	5	4	2	1
34	4	4	1	4	1	1	5	4	4	4
33	1	3	4	4	2	4	4	3	2	5
36	3	4	1	2	1	1	2	1	3	4
37	2	4	4	4	1	1	4	1	1	4
40	2	4	2	4	1	1	4	4	1	4
41	4	2	1	4	1	1	4	4	3	4
42	4	5	2	4	5	2	4	1	1	3
43	2	1	4	1	3	4	1	1	1	1
45	4	4	4	3	4	1	3	2	2	3
44	4	4	1	1	4	1	1	2	4	3
48	2	4	3	4	4	3	4	2	3	3
47	4	2	4	3	3	1	3	2	2	2
49	2	2	3	4	1	1	4	2	1	3
51	1	3	2	2	4	2	2	1	4	1
53	1	4	1	2	4	4	4	1	4	1
54	3	4	4	4	4	1	3	1	3	4
55	3	4	3	4	3	1	4	2	3	4
56	4	4	4	4	1	1	4	4	4	4
46	2	4	1	4	1	1	4	1	3	4
57	3	2	1	2	1	1	2	1	4	4
58	4	4	2	2	1	1	2	1	1	2
59	2	2	2	3	3	1	3	2	4	4
60	4	4	2	3	1	2	3	1	2	4
61	2	1	2	1	1	1	1	4	1	4
62	4	2	1	1	3	1	1	1	1	3
63	1	4	4	3	2	1	3	1	4	3
64	2	4	3	1	1	1	1	3	4	4
38	4	4	1	4	1	1	4	1	2	4
65	3	3	2	2	2	1	2	4	2	2
106	3	2	2	4	4	2	4	1	4	2
107	4	2	4	4	1	1	4	1	4	4

Fonte: Elaboração do autor.

### 5.3 O Mosaico-Core

O Mosaico-Core foi desenvolvido com três objetivos básicos: 1 – propiciar ao Mosaico ter um cadastro básico de alunos, turmas, testes etc.; 2 – explorar uma ferramenta de avaliação – o questionário; 3 – Testar a integração com o Mosaico-Stat, validando assim tecnicamente a solução de serviços distribuídos por meio de webservice.

A interface do Mosaico se inspira na filosofia Google “less is more” (menos é mais), no sentido de ter uma interface limpa (*clean*) e minimalista (Figura 5.10). O usuário tem sempre poucas opções a escolher e só é oferecido a ele o que realmente está disponível para ele.

Outra decisão tomada é que não existem cadastros diferentes para avaliador e avaliado. O mesmo usuário pode assumir os dois perfis e trocá-los a qualquer momento, em qualquer página, com um único clique. Isso é muito útil para que o avaliador possa verificar o que os seus alunos estão vendo e como a ferramenta se comporta para eles. Também é útil quando a ferramenta é usada como um objeto de aprendizagem para ensinar avaliação, permitindo que os alunos trabalhem alternando os perfis.



Figura 5.10 Página principal do Mosaico-Core

Fonte: Elaboração do autor.

Uma característica do Mosaico é que ele mostra na linha superior o caminho que o usuário tomou. Na Figura 5.11, podemos ver que o usuário “fwanderley” está trabalhando com o perfil avaliador na turma “Metodologia da Pesquisa 2008”, no teste “Pesquisa de ética em TI”. Ao clicar em qualquer um destes itens, o usuário pode trocá-lo.



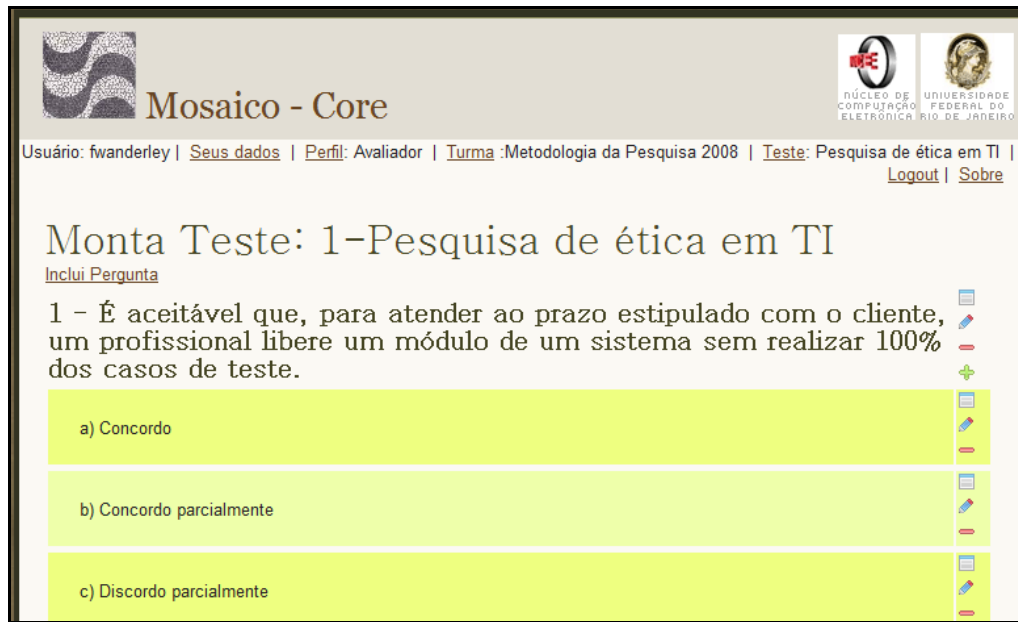


Figura 5.11 Padrão de telas do Mosaico  
 Fonte: Elaboração do autor.

**Cadastro de Usuários** – O cadastro de usuários segue o princípio minimalista, em que se pede apenas o login, o nome, a senha e o e-mail.

**Login do Usuário** – Ao entrar no mosaico, é solicitado o login e senha e qual perfil (Avaliador ou Avaliado) que o usuário quer utilizar. As telas do mosaico seguem a mesma sequência, mas as opções dependem do perfil que está sendo usado no momento.

### 5.3.1. A Perspectiva do Avaliador

A Figura 5.12 mostra um caso de uso com todas as possibilidades do avaliador.

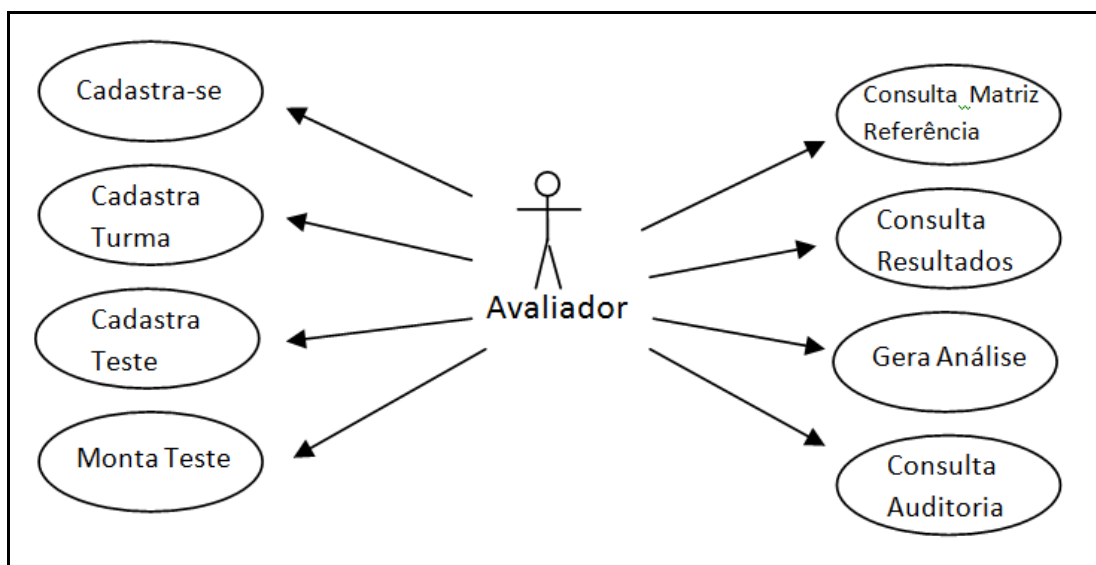


Figura 5.12 Casos de uso dos Avaliadores  
 Fonte: Elaboração do autor.

#### 5.3.1.1. Planejamento

Cabe ao avaliador planejar a avaliação previamente e depois preparar o ambiente para os avaliados. O processo se inicia com a criação da turma e em sequência do teste.

**Cadastro de Turmas** – Após se cadastrar, a primeira coisa que o avaliador deve fazer é cadastrar as turmas. Mais uma vez a quantidade de informações que o usuário tem de fornecer é mínima.

**Cadastro de Testes** – É no cadastro de testes (Figura 5.16) que o Avaliador começa a ser apresentado a conceitos relevantes para a avaliação.

A imagem mostra a interface de usuário para 'Editar teste'. O formulário é organizado em seções:

- Descrição:** Campo de texto com o valor 'Pesquisa de ética em TI'.
- Apresentação:** Área de texto grande e vazia para o conteúdo do teste.
- Grupo 1:** Campo de texto com o valor 'Analistas' e um ícone de interrogação em vermelho.
- Grupo 2:** Campo de texto com o valor 'Gerentes'.
- Grupo 3:** Campo de texto vazio.
- Dimensão 1:** Campo de texto com o valor 'I-Sensibilidade à ética pelos prof de' e um ícone de interrogação em vermelho.
- Dimensão 2:** Campo de texto com o valor 'II-Propriedade intelectual'.
- Dimensão 3:** Campo de texto com o valor 'III-Acesso não autorizado'.
- Dimensão 4:** Campo de texto com o valor 'IV-Privacidade/Confidencialidade'.
- Dimensão 5:** Campo de texto com o valor 'V-Evitar danos a terceiros'.
- Dimensão 6:** Campo de texto vazio.
- Dt.Abertura:** Três menus suspenso com os valores '9', 'Maio' e '2009'.
- Dt.Encerramento:** Três menus suspenso com os valores '9', 'Maio' e '2009'.
- Botão:** Um botão 'Envia' na base do formulário.

Figura 5.13 Cadastro de testes

Fonte: Elaboração do autor.





**Grupos** – Em um questionário, pode ser interessante classificar os avaliados em grupos. As análises poderão ser feitas para cada um destes grupos separadamente. No cadastro de testes, devem ser indicados os grupos possíveis. Ao responder o questionário, o aluno deve informar a qual destes grupos ele pertence. O Mosaico permite a criação de até três grupos.

**Dimensão** – As dimensões são formas de agrupar questões que estejam em uma mesma categoria. Ao enviar os dados para o Mosaico-Stat, será feita uma análise de cada questão e outra comparando todas as questões que pertencem a uma mesma categoria. No cadastro de testes, o usuário indica as dimensões possíveis. Ao cadastrar cada questão, esta deve ser associada a sua respectiva dimensão.




**Dt.Abertura e Dt.Encerramento** – Um teste só poderá ser respondido por um avaliado dentro deste período.

## Monta Teste

A tela de montagem de testes permite o cadastro das perguntas e das suas alternativas. As principais funções desta tela estão destacadas na Figura 5.14 com os números 1, 2 e 3. Em 1 (Incluir Pergunta), é feito o cadastramento de novas perguntas. Em 2, ao lado de cada pergunta, um conjunto de ícones que representam as ações que podem ser realizadas sobre a pergunta.

-  - Mostra as informações sobre a pergunta.
-  - Permite alterar as informações sobre a pergunta
-  - permite excluir a pergunta.
-  - permite criar novas alternativas para a pergunta

Em 3, ao lado de cada alternativa, temos um conjunto de ícones que representam as ações possíveis sobre a alternativa.

-  - Mostra as informações sobre a alternativa.
-  - Permite alterar as informações sobre a alternativa
-  - permite excluir a pergunta.

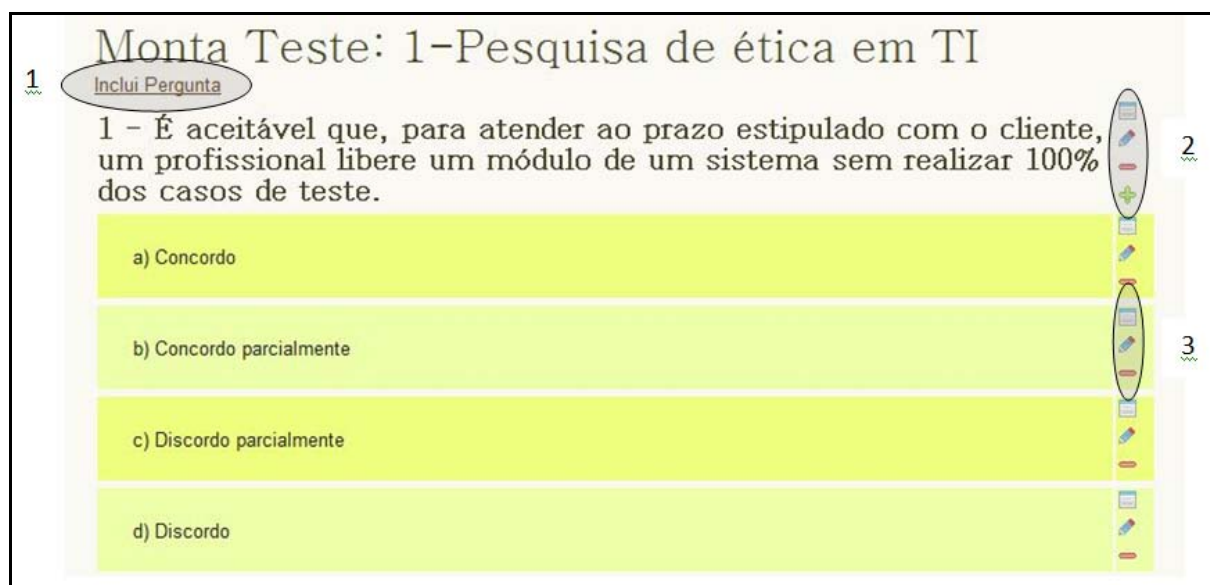


Figura 5.14 Monta testes  
Fonte: Elaboração do autor.

Cada teste pode ter um número ilimitado de perguntas. As principais informações da tela de cadastro de perguntas (Figura 5.15) são:

**Editar pergunta**

Dimensão: V-Evitar danos a terceiros ?

Enunciado: É aceitável que, para atender ao prazo estipulado com o cliente, um profissional libere um módulo de um sistema sem realizar 100% dos casos de teste. ?

Status: Ativa ?

Tipo: Likert ?

Nível de Mensuração: Ordinal ?

Obs: Questões Likert são usualmente ordinais

Polaridade: Invertida ?

Enunciado Invertido: É inaceitável que, para atender ao prazo estipulado com o cliente, um profissional libere um módulo de um sistema sem realizar 100% dos casos de teste. ?

Obs: Este campo só é preenchido para Polaridade Invertida

Objeto: ?

Envia

Figura 5.15 Cadastro de perguntas

Fonte: Elaboração do autor.

**Dimensão** – aqui se vincula a questão às dimensões que foram incluídas no cadastro de testes.

**Status** – A pergunta só aparecerá no teste se o status for igual a “Ativa”.

**Tipo** – É o tipo de questão. As possibilidades são: aberta, múltipla escolha, múltipla escolha com justificativa e Likert. Para as questões tipo Likert, o Mosaico gera automaticamente as alternativas possíveis: concordo, concordo parcialmente, discordo parcialmente, discordo e não sei.

**Nível de Mensuração** – Existem quatro possibilidades: nominal, ordinal, intervalar e de razão.

**Polaridade** – A polaridade pode ser normal ou invertida. Quando a polaridade é invertida, é possível criar um Enunciado Invertido. Na análise destas questões, o enunciado e as respostas serão invertidas, gerando assim uma massa de dados coerente e passível de análise. No entanto, nem sempre é fácil inverter um enunciado, especialmente se ele contiver sentenças separadas por “ou”. Por isso, esta opção deve ser usada com muita cautela.

**Objeto** – O Mosaico permite a inclusão de objetos nas perguntas. Podem ser incluídos filmes, imagens, objetos de aprendizagem, músicas etc. A Figura 5.16 mostra o exemplo da inserção de um vídeo do Youtube.



Figura 5.16 Uso de objetos nas perguntas  
Fonte: Elaboração do autor.

### Cadastro de alternativas

O cadastro de alternativas (5.17) é bastante simples e apenas dois campos merecem destaque:

**Gabarito** - Se alternativa que está sendo incluída é a correta, o avaliador pode indicar isso marcando a opção "Sim".

**Justificativa** - O avaliador pode incluir neste campo uma justificativa que indique porque esta questão é a correta ou não.

Figura 5.17 Editar alternativa  
 Fonte: Elaboração do autor.

**Matriz de Referência**

O Mosaico gera uma Matriz de Referência com as principais informações do questionário (Figura 5.18). Esta matriz pode ser anexada à matriz original criada na etapa de planejamento.

Enunciado	Tipo	Polaridade	Ordem	Enunciado Invertido
I-Sensibilidade à ética pelos prof de TI				
A informática necessita de um código de ética para estabelecer seu status como profissão e, até mesmo, receber maior respeito e credibilidade por parte da população.	L	P	6	
Um Código de Ética para informática e uma Comissão de Ética não são necessários para resolver problemas envolvendo profissionais de informática, seus empregadores e seus clientes.	L	I	10	Um Código de Ética para informática e uma Comissão de Ética são necessários para resolver problemas envolvendo profissionais de informática, seus empregadores e seus clientes.
Conhece algum código de ética de associações para profissionais de TI?	M	P	15	
Na empresa em que trabalha há algum Código de Ética que abranja questões relativas à informática?	M	P	19	

Figura 5.18 Matriz de Referência  
 Fonte: Elaboração do autor.

**5.2.1.2 Resultados**

É possível verificar as respostas de todos os alunos e eventualmente excluir testes que forem feitos em duplicidade (Figura 5.19).



Usuário: fwanderley | [Seus dados](#) | [Perfil](#): Avaliador | [Turma](#): Metodologia da Pesquisa 2008 | [Teste](#): Pesquisa de ética em TI | [Logout](#) | [Sobre](#)

### Resultados

Nr	Nome	E-mail	
1	Marcos [redacted]	[redacted]@nce.ufjf.br	<a href="#">Ver Excluir</a>
2	Fernando Wanderley	fwanderley@hotmail.com	<a href="#">Ver Excluir</a>
3	Luiz Francisco Dias Pereira	luizfdias@cp2.g12.br	<a href="#">Ver Excluir</a>
4	Fábio [redacted]	fabio[redacted]@yahoo.com.br	<a href="#">Ver Excluir</a>
5	Henrique [redacted]	henrique[redacted]@yahoo.com.br	<a href="#">Ver Excluir</a>
6	Sonia [redacted]	sonia[redacted]@hotmail.com	<a href="#">Ver Excluir</a>
7	Gilbert [redacted]	gilbert@archive.com.br	<a href="#">Ver Excluir</a>
8	Rafael [redacted]	rafael.alcemar@gmail.com	<a href="#">Ver Excluir</a>
9	João [redacted]	joao[redacted]@terra.com.br	<a href="#">Ver Excluir</a>
10	Raimundo Aquino Mauer	raimundo.mauer@datasus.gov.br	<a href="#">Ver Excluir</a>
11	claudio [redacted]	claudio[redacted]@gmail.com	<a href="#">Ver Excluir</a>
12	Paola Garcia Soares	paola[redacted]@gmail.com	<a href="#">Ver Excluir</a>
13	Alexandre Louzada [redacted]	alexandre.louzada@globo.com	<a href="#">Ver Excluir</a>
14	Ilan [redacted]	ilano[redacted]@api.adm.br	<a href="#">Ver Excluir</a>
15	Bruno [redacted]	bruno[redacted]@vahoo.com.br	<a href="#">Ver Excluir</a>

Figura 5.19 Resultados

Fonte: Elaboração do autor.

### 5.3.1.3 Análise

É aqui que o Mosaico-Core usa os serviços do Mosaico-stat para a geração da análise dos dados do questionário. Por não permitirem uma análise quantitativa, as perguntas abertas não são enviadas para análise. Ao receber as informações do módulo Mosaico-Stat, o Mosaico-Core formata os resultados e os apresenta ao avaliador (Gráficos 5.2 e 5.3).

Houve um sério problema inicial de desempenho na primeira versão desta análise. Fez-se então uma análise detalhada de todas as etapas deste processo, envolvendo o Mosaico-Core, Mosaico-Stat e o R. Chegou-se à conclusão de que a etapa mais cara (no sentido de tempo) do processo é o carregamento do R. Na primeira versão, o Mosaico-Core envia separadamente cada questão para o Mosaico-Stat. Isto fazia com que se um teste tivesse  $n$  questões, o R seria carregado  $n$  vezes. A funcionalidade de análise do Mosaico-Core foi toda refeita para enviar todos os dados de uma única vez. Isso exigiu também uma mudança radical no Mosaico-Stat.

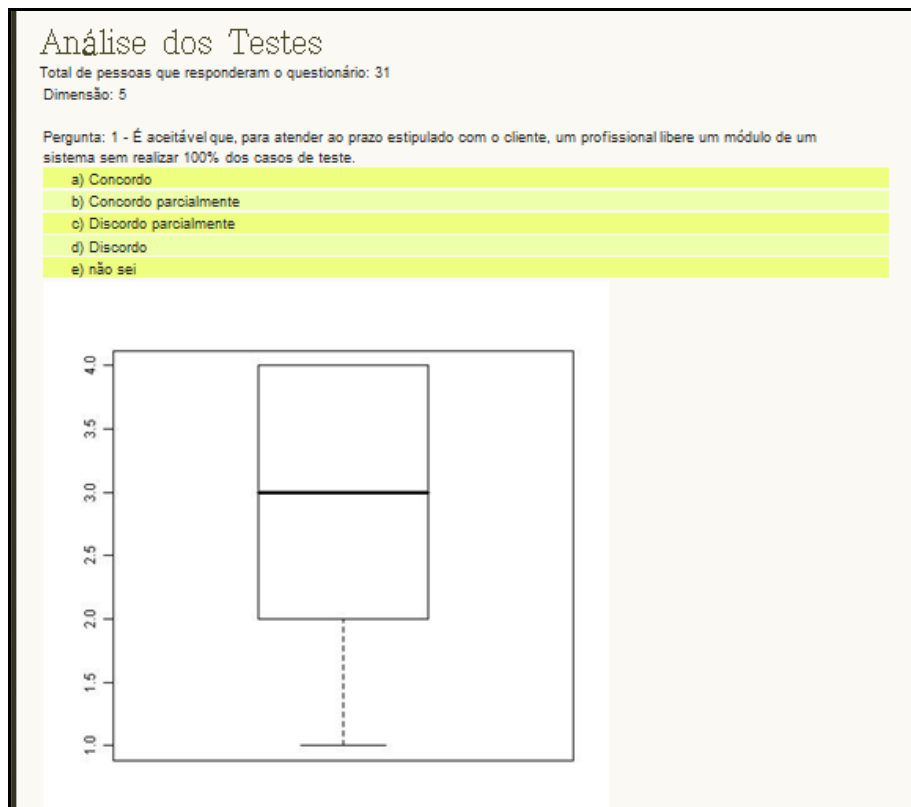


Gráfico 5.2 Análise dos Testes – Gráfico Box and Plot  
 Fonte: Elaboração do autor.

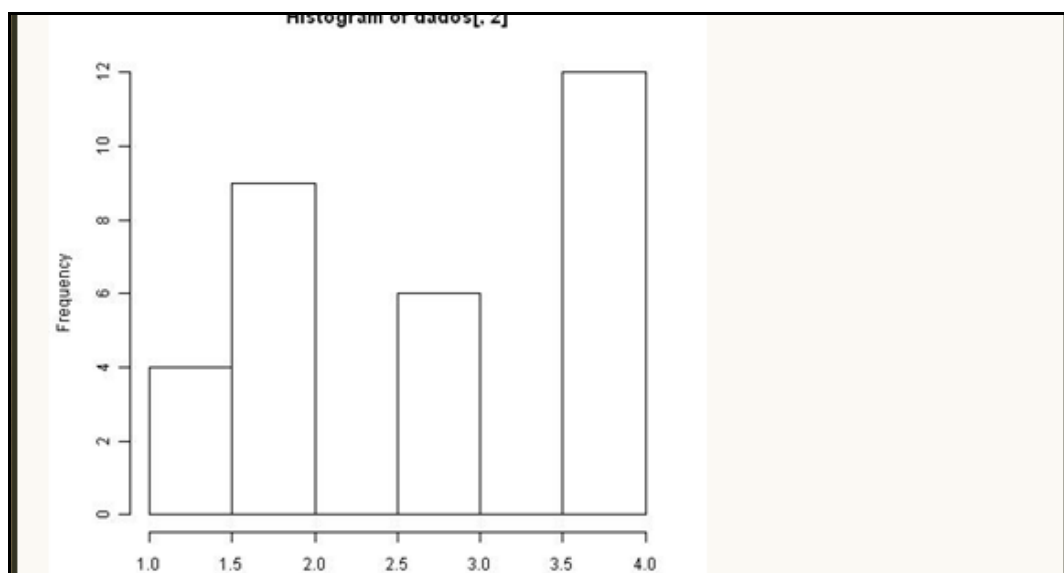


Gráfico 5.3 Análise dos Testes – Histograma  
 Fonte: Elaboração do autor.

As questões são agrupadas por dimensão e ao final é apresentado um resumo de cada dimensão com o Alfa de Cronbach e o gráfico Box and Plot destas questões (Gráfico 5.4).



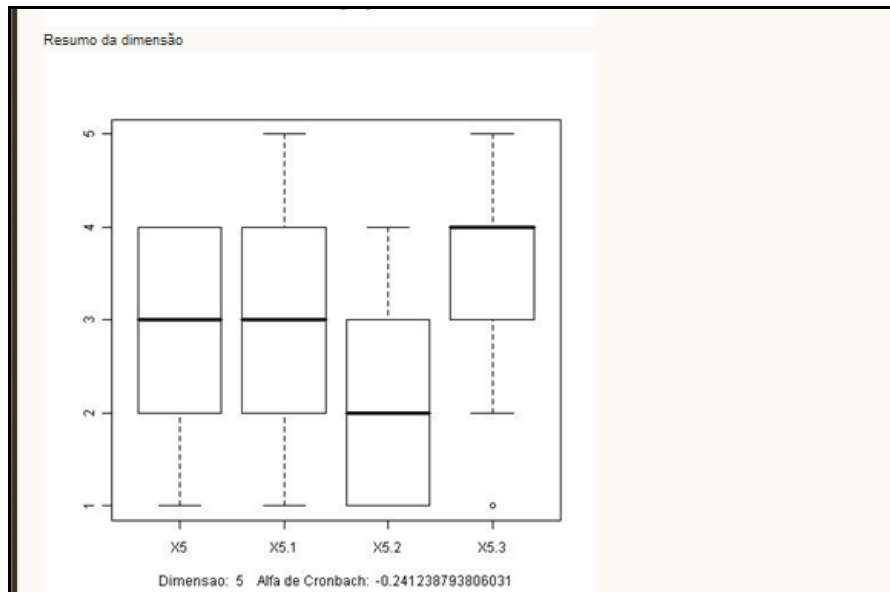


Gráfico 5.4 Resumo da dimensão  
Fonte: Elaboração do autor.

### 5.3.2 A Perspectiva do Avaliado

A Figura 5.20 mostra um caso de uso com todas as possibilidades do avaliador.

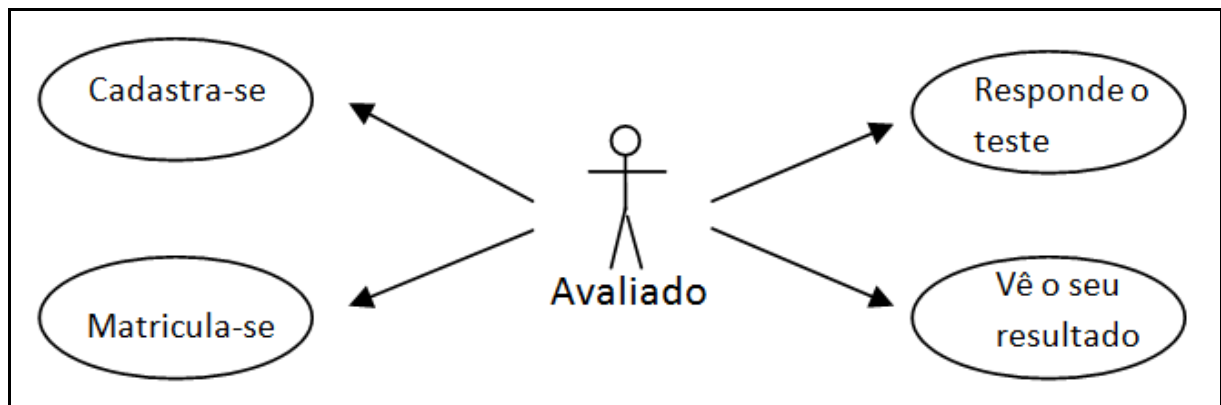


Figura 5.20 Casos de uso dos Avaliados  
Fonte: Elaboração do autor.

#### Matrícula

Após se cadastrar, o aluno deve realizar a sua matrícula na turma.

#### Execução do Teste

Todas as questões são agrupadas em uma única tela. Ao enviar o teste, o aluno não poderá alterá-lo, no entanto, poderá refazê-lo e caberá ao avaliador aceitar ou descartar este novo teste.

#### 5.3.3 Auditoria

Foi desenvolvido um módulo de auditoria que registra as principais atividades no sistema. Em maio de 2009, quando esta parte do trabalho estava sendo escrita, a tabela de auditoria tinha

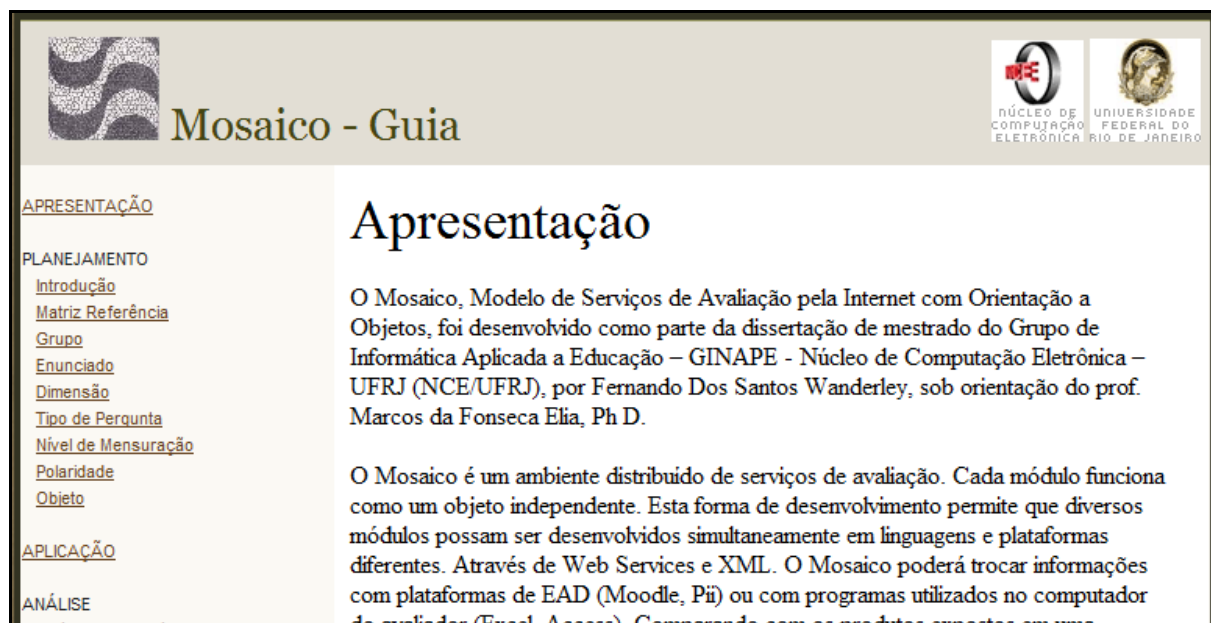
2.440 registros. Cada registro desta tabela está vinculado a um usuário e possui um campo chamado “ação”, que contém o login do usuário mais o perfil que estava ativo quando realizou a ação, a descrição da ação e, quando for o caso, o código da turma e o código do teste (Figura 5.21).

user_id	acao	created_at	updated_at
122	122 - cp11-nome-turma - Aluno - Entrou em Faz Teste - Id Te...	2008-11-29 07:37:10	2008-11-29 07:37:10
117	117 - cp2_joao_i11 - Aluno - selecionou a turma 9 - Avalia...	2008-11-29 07:37:15	2008-11-29 07:37:15
117	117 - cp2_joao_i11 - Aluno - Entrou em Faz Teste - Id Test...	2008-11-29 07:37:22	2008-11-29 07:37:22
122	122 - cp11-nome-turma - Aluno - selecionou a turma 5 - l11_L...	2008-11-29 07:37:51	2008-11-29 07:37:51
116	116 - cp2_douglas_i11 - Aluno - selecionou a turma 9 - Ava...	2008-11-29 07:37:56	2008-11-29 07:37:56
118	118 - cp2_marcelo_i11 - Aluno - Gravou a resposta ao teste...	2008-11-29 07:37:56	2008-11-29 07:37:56
116	116 - cp2_douglas_i11 - Aluno - Entrou em Faz Teste - Id ...	2008-11-29 07:38:00	2008-11-29 07:38:00
122	122 - cp11-nome-turma - Aluno - Entrou em Faz Teste - Id Te...	2008-11-29 07:38:04	2008-11-29 07:38:04
122	122 - cp11-nome-turma - Aluno - selecionou a turma 9 - Avali...	2008-11-29 07:38:29	2008-11-29 07:38:29
122	122 - cp11-nome-turma - Aluno - Entrou em Faz Teste - Id Te...	2008-11-29 07:38:34	2008-11-29 07:38:34
118	118 - cp2_marcelo_i11 - Aluno - selecionou a turma 9 - Ava...	2008-11-29 07:39:33	2008-11-29 07:39:33
118	118 - cp2_marcelo_i11 - Aluno - Entrou em Faz Teste - Id ...	2008-11-29 07:39:39	2008-11-29 07:39:39
122	122 - cp11-nome-turma - Aluno - Gravou a resposta ao teste ...	2008-11-29 07:40:18	2008-11-29 07:40:18
117	117 - cp2_joao_i11 - Aluno - Gravou a resposta ao teste co...	2008-11-29 07:42:11	2008-11-29 07:42:11
119	119 - cp2_emanuele_i11 - Aluno - Gravou a resposta ao tes...	2008-11-29 07:43:28	2008-11-29 07:43:28
116	116 - cp2_douglas_i11 - Aluno - Gravou a resposta ao teste...	2008-11-29 07:43:53	2008-11-29 07:43:53
116	116 - cp2_douglas_i11 - Aluno fez logout	2008-11-29 07:44:08	2008-11-29 07:44:08
123	123 - fgjh - Aluno se logou	2008-11-29 07:45:16	2008-11-29 07:45:16
123	123 - fgjh - Aluno - selecionou a turma 5 - l11_LPI	2008-11-29 07:45:35	2008-11-29 07:45:35
123	123 - fgjh - Aluno - Entrou em Faz Teste - Id Teste: 11 - D...	2008-11-29 07:45:39	2008-11-29 07:45:39
118	118 - cp2_marcelo_i11 - Aluno - Gravou a resposta ao teste...	2008-11-29 07:45:47	2008-11-29 07:45:47
113	113 - cp2_pedro_i11 - Aluno fez logout	2008-11-29 07:51:54	2008-11-29 07:51:54
118	118 - cp2_marcelo_i11 - Aluno fez logout	2008-11-29 07:53:34	2008-11-29 07:53:34
124	124 - cp11_mateus_i11 - Aluno se logou	2008-11-29 07:57:06	2008-11-29 07:57:06
124	124 - cp11_mateus_i11 - Aluno - selecionou a turma 9 - Avali...	2008-11-29 07:58:03	2008-11-29 07:58:03

Figura 5.21 – Auditoria  
Fonte: Elaboração do autor.

### 5.3.4 O Guia do Mosaico

Dentro da proposta que o Mosaico também seja utilizado como um objeto de aprendizagem para o ensino da avaliação, foi criado o protótipo do Guia do Mosaico (Figura 5.22). O seu conteúdo pode ser criado de forma colaborativa pelos avaliados e avaliadores que vierem a utilizá-lo. O conteúdo deste guia é o mesmo que é referenciado pelo help (representado por um ponto de interrogação em vermelho – [?]) das telas do Mosaico e está descrito no capítulo 3 e nos anexos. Seja através do help do Mosaico ou do acesso direto ao guia, o usuário é apresentado aos conceitos de avaliação dentro de uma sequência natural. É o aprender fazendo.



**Mosaico - Guia**

NÚCLEO DE COMPUTAÇÃO ELETRÔNICA  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO

**APRESENTAÇÃO**

**Apresentação**

O Mosaico, Modelo de Serviços de Avaliação pela Internet com Orientação a Objetos, foi desenvolvido como parte da dissertação de mestrado do Grupo de Informática Aplicada a Educação – GINAPE - Núcleo de Computação Eletrônica – UFRJ (NCE/UFRJ), por Fernando Dos Santos Wanderley, sob orientação do prof. Marcos da Fonseca Elia, Ph D.

O Mosaico é um ambiente distribuído de serviços de avaliação. Cada módulo funciona como um objeto independente. Esta forma de desenvolvimento permite que diversos módulos possam ser desenvolvidos simultaneamente em linguagens e plataformas diferentes. Através de Web Services e XML. O Mosaico poderá trocar informações com plataformas de EAD (Moodle, Pii) ou com programas utilizados no computador do avaliador (Excel, Access). Comparando com os produtos existentes em uma

**PLANEJAMENTO**

- [Introdução](#)
- [Matriz Referência](#)
- [Grupo](#)
- [Enunciado](#)
- [Dimensão](#)
- [Tipo de Pergunta](#)
- [Nível de Mensuração](#)
- [Polaridade](#)
- [Objeto](#)

**APLICAÇÃO**

**ANÁLISE**

Figura 5.22 – Guia do Mosaico

Fonte: Elaboração do autor.

5.3.5 Modelo Entidade Relacionamento (MER) do Mosaico-Core

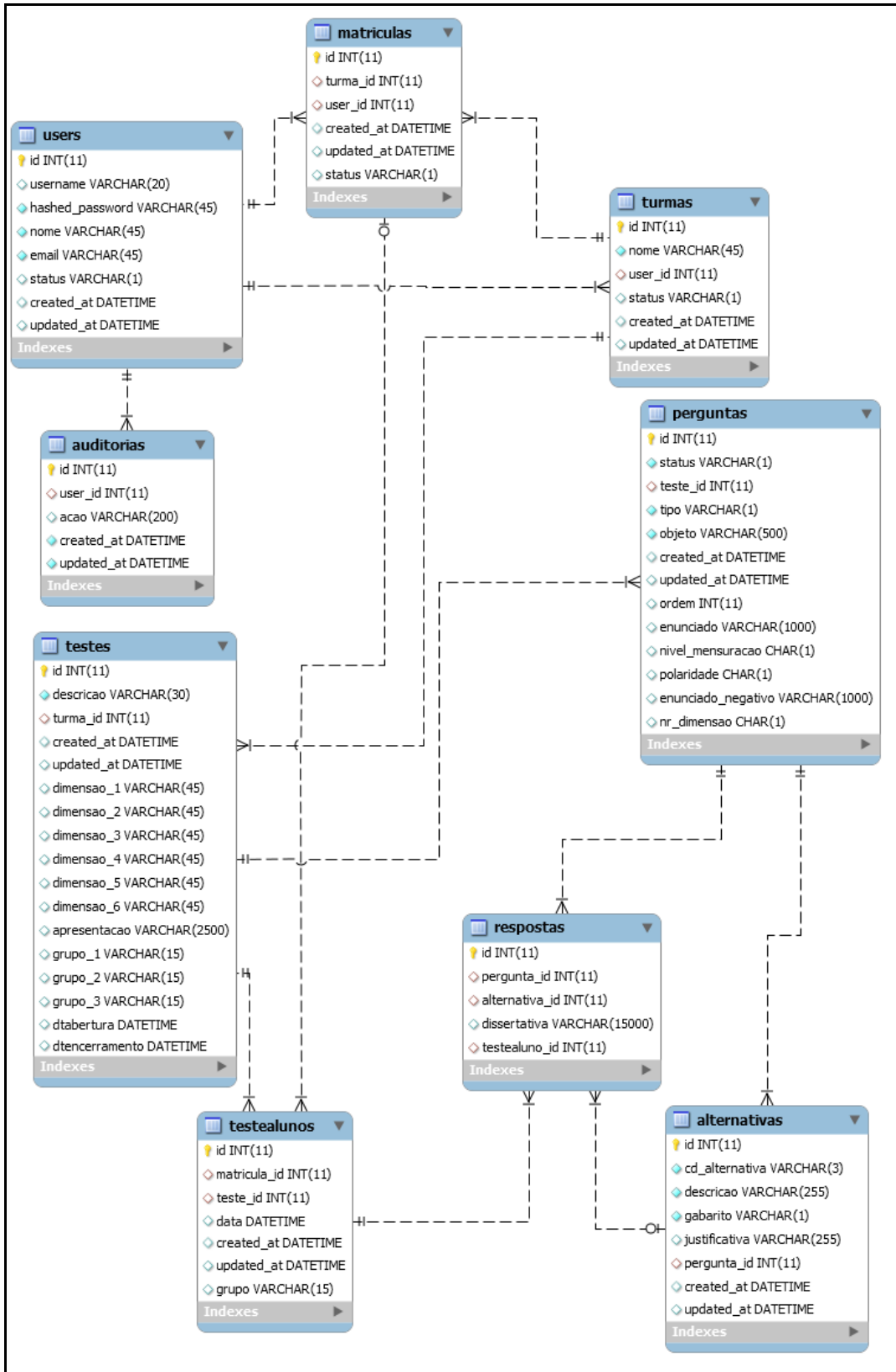


Figura 5.23 Modelo de Dados do Mosaico-Core

Fonte: Elaboração do autor.

## Capítulo 6

# Estudos de viabilidade e validação do Mosaico

“Uma porção de pessoas pensa que está pensando quando está  
meramente re-arrumando seus preconceitos”

*William James*

Este capítulo tem como objetivo apresentar os resultados alcançados nas validações do Mosaico e das considerações sobre avaliação que foram objeto desta dissertação. Foram realizados quatro estudos de caso exploratórios, cada um com uma finalidade específica.

Este trabalho exigia dois tipos de validação: uma validação técnica e outra validação de utilização.

A validação técnica foi feita quando se criou o Mosaico-Core, que foi o primeiro módulo a consumir um serviço da plataforma distribuída, o Mosaico-Stat.

A validação de uso foi feita em quatro situações diferentes. As duas primeiras com uma pesquisa de ética para profissionais de informática, a terceira no colégio Pedro II no Rio de Janeiro e a quarta com a turma de pós-graduação.

Cada uma destas validações teve uma contribuição diferente.

### **6.1 – A Pesquisa de Ética para profissionais de TI – 2006**

Em 2006, a disciplina Metodologia da Pesquisa Educacional II do Mestrado em Informática do Núcleo de Computação Eletrônica da Universidade Federal do Rio de Janeiro – NCE/UFRJ – realizou uma pesquisa de levantamento de dados com uma abordagem experimental sobre a percepção e consenso da ética em computação entre profissionais de TI (Tecnologia da Informação) da cidade do Rio de Janeiro.

A pesquisa foi motivada pela inexistência de conselhos regionais e federais na área de computação no Brasil. Na verdade, isso não é exclusividade do Brasil, estes conselhos também não existem nos Estados Unidos e em diversos outros países. Caberia a estes conselhos a criação de códigos de ética e de vigilância. Para resolver este problema, alguns países criaram sociedades de classe como, por exemplo, a Association for Computing Machinery (ACM), o Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE), a Association of Information Technology Professionals (AITP), a British Computer Society (BCS) e a Canadian Information Processing Society (CIPS). Todas estas associações têm o seu código de ética. No Brasil, as sociedades mais conhecidas são: a Sociedade Brasileira de Computação (SBC) e a Sociedade dos Usuários de Telecomunicações (SUCESU).

Foram discutidos alguns aspectos éticos da área de TI e, a partir de um questionário com 24 questões, utilizando questões fechadas sim ou não, escala de Likert e uma questão aberta para comentários, foi feita a análise das respostas por meio da construção de gráficos box-and-plots.

Como parte da pesquisa, foi criada uma matriz de referência que foi resultado da construção do questionário e realizamos o estudo de polaridade de cada questão. Isto auxiliou o processo de análise e apresentação dos resultados.

Foi utilizado o livro *Ética na Computação*, de P. C. Masiero (2002), como base fundamental para diversas argumentações e discussões que levaram a dividir o trabalho em alguns dos itens que, de acordo com Masiero, são primordiais para a questão da ética nesta área. A saber, os itens citados são: Propriedade Intelectual, Privacidade, Confidencialidade, Qualidade do Trabalho

Profissional, Justiça e Discriminação, Responsabilidade por Falta de Confiabilidade, Riscos Causados por Software, Conflitos de Interesse e Acesso Não Autorizado.

O questionário foi aplicado para um universo de 28 analistas de sistemas e 18 gerentes de Tecnologia da Informação.

A relevância deste trabalho era contribuir com um melhor entendimento dos conceitos éticos relativos à Informática e seus profissionais. Buscava também verificar se existia um consenso a respeito destes conceitos e se eles variavam de acordo com a função do profissional de TI.

O grupo (Andre Suppa Thomaz Pereira, Carlos Eduardo Chaves Fernandes, Daniel Neves Ielpo, Fernando dos Santos Wanderley, Marcus Vinicius Ferreira Gonçalves e Rui de Oliveira Victório) envolvido no planejamento, execução e análise da pesquisa passou por todas as dificuldades de realizar uma pesquisa sem uma ferramenta apropriada.

Neste trabalho, foi utilizada a estrutura básica de uma pesquisa:

- Especificação dos objetivos;
- Operacionalização dos conceitos e variáveis;
- Elaboração do instrumento de coleta de dados;
- Pré-teste do instrumento (se possível);
- Seleção da amostra;
- Coleta e verificação de dados;
- Análise e interpretação dos dados;
- Apresentação dos resultados.

Na prática, as principais ações foram:

1. Preparação do questionário no Word.
2. Teste do questionário em um grupo de controle.
3. Ajustes no questionário.
4. Envio aos possíveis entrevistados de uma carta de apresentação (onde eram explicados os objetivos da pesquisa e o pacto de confidencialidade) e do questionário (em Word).
5. Recebimento dos questionários.
6. Compilação dos resultados em uma tabela (Excel).
7. Exportação para um banco de dados (Notes) com tratamentos das polaridades para permitir a visão dos dados de diversas formas.
8. Nova exportação para o Excel em um formato que o SPSS pudesse trabalhar.
9. Importação dos dados para o SPSS.
10. Geração dos gráficos por meio do SPSS.

Estas ações estão representadas na Figura 6.1.

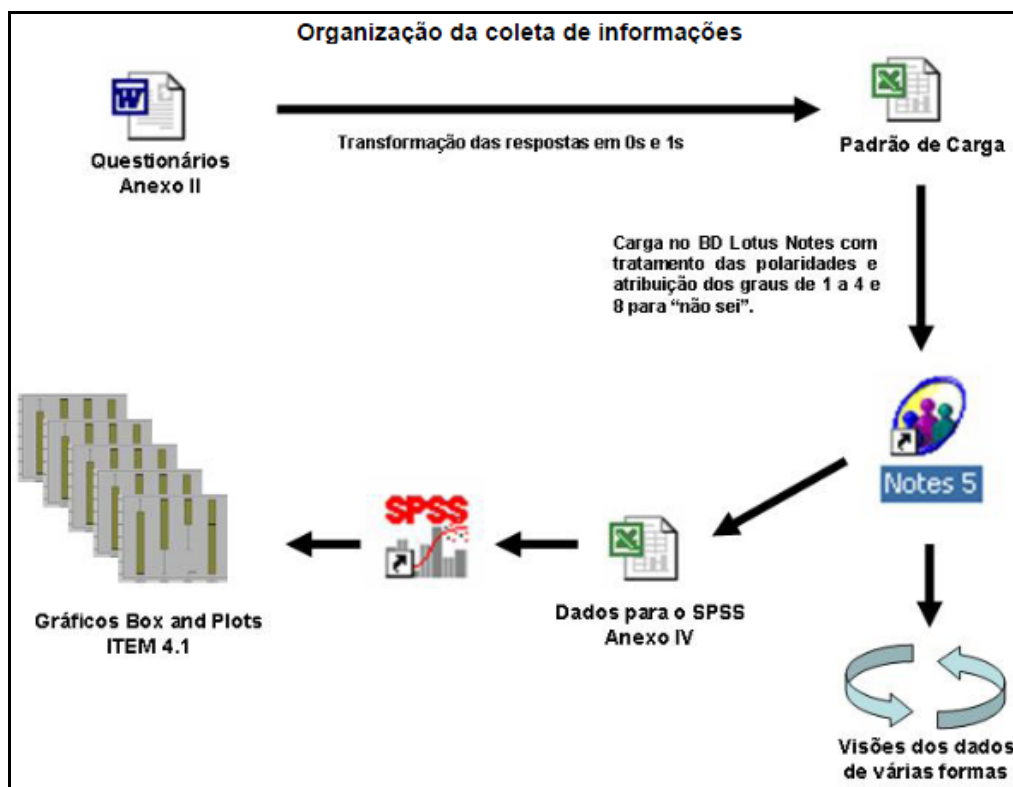


Figura 6.1 – Ações para realização da pesquisa  
Fonte: Elaboração do autor.

Com o uso do Mosaico, este processo consistiria apenas de preparar a carta (em um editor de textos) e o questionário na ferramenta. Todos os passos intermediários seriam feitos pela ferramenta, poupando muito tempo e evitando possibilidade da inserção de erros humanos. Com o objetivo de testar esta hipótese, a pesquisa original foi incluída no Mosaico para obtenção das análises, o que foi plenamente comprovado.

Este experimento validou os processos de análise do Mosaico-Core e a integração com o Mosaico-Stat.

## 6.2 – A Pesquisa de Ética para profissionais de TI – 2008

Na turma de Metodologia da Pesquisa Educacional II de 2008, a mesma pesquisa foi apresentada, mas desta vez os entrevistados seriam os próprios alunos. Na pesquisa de 2006, os entrevistados foram classificados como gerentes ou analistas. Desta vez, eles foram classificados como educação e TI, de acordo com a sua atuação no mercado de trabalho.

Na primeira validação, validamos essencialmente o processo de análise do Mosaico, já que os dados foram inseridos no sistema de forma “artificial” pelo próprio autor deste trabalho. Nesta nova validação, os próprios alunos responderam o questionário utilizando a ferramenta.



Trinta e dois alunos responderam a esta pesquisa. O quadro 6.1 mostra uma comparação entre as pesquisas de 2006 e de 2008.

Quadro 6.1 – Comparativo entre as pesquisas de 2006 e 2008

<b>2006</b> 46 participantes • Gerente - 18 • Analista - 28 <b>Ferramentas utilizadas</b> • Word • Excel • Notes • SPSS	<b>2008</b> 32 participantes • Educação - 8 • TI - 24 <b>Ferramentas utilizadas</b> • Mosaico
---	--

Fonte: Elaboração do autor.

Novamente, o Mosaico gerou a análise de forma exata. O gráfico 6.1 mostra um comparativo entre a pesquisa de 2006 (gráfico gerado pelo SPSS) e a pesquisa de 2008 (gráfico gerado pelo Mosaico).

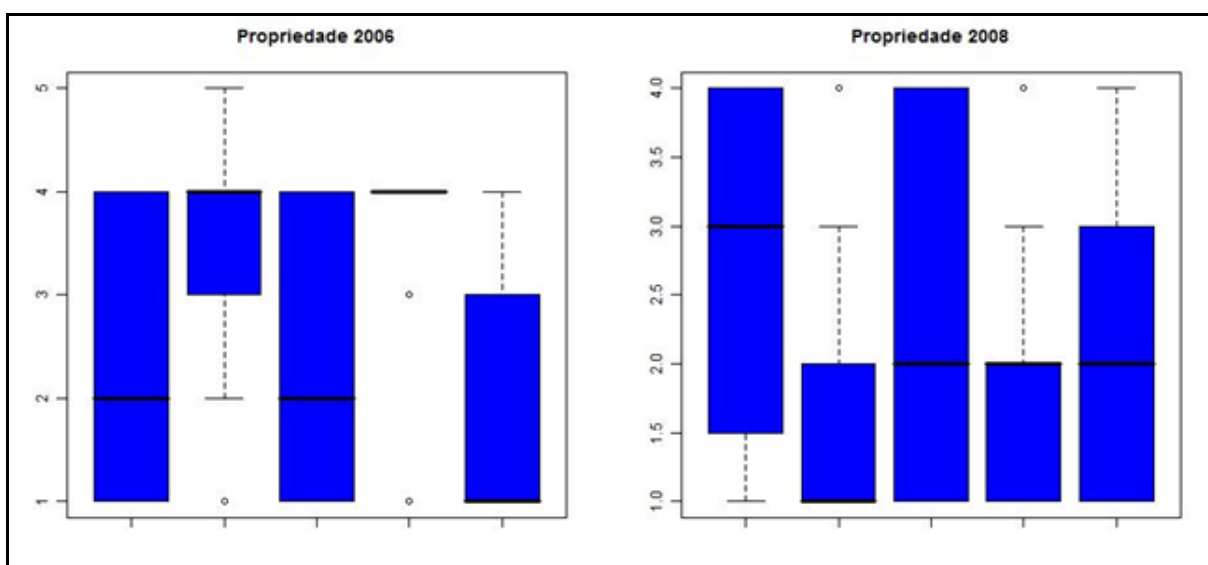


Gráfico 6.1 Comparativo dos resultados das pesquisas de 2006 e 2008

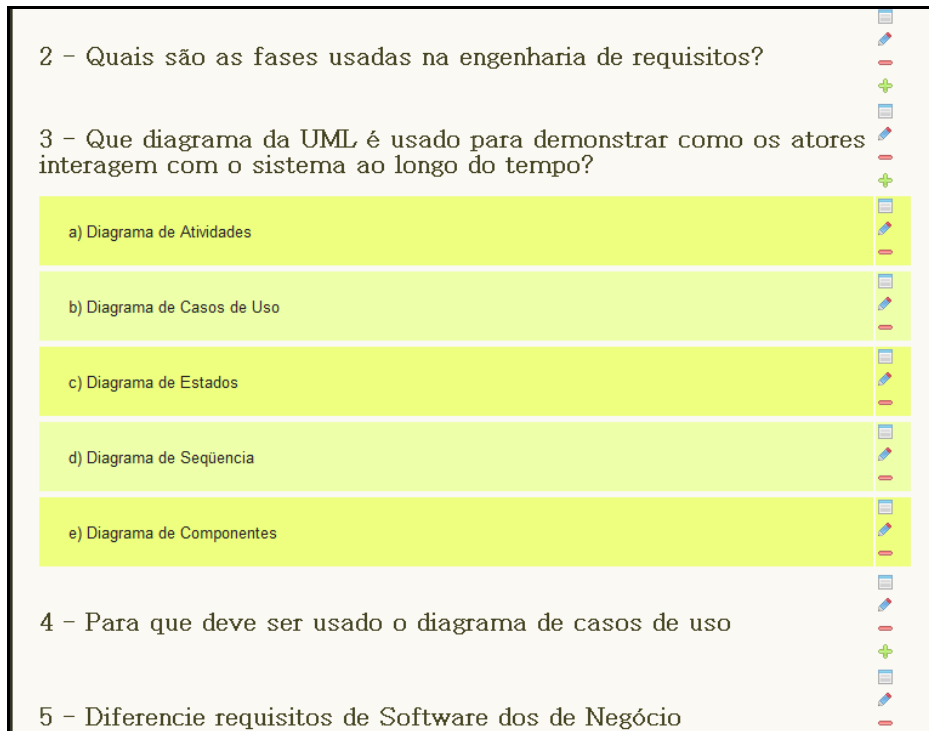
Fonte: Elaboração do autor.

Este experimento validou os processos de execução e análise do Mosaico-Core e do Mosaico-Stat.

### 6.3 – O Uso do Mosaico no Ensino Médio

Faltava testar o Mosaico no seu ciclo completo de planejamento, execução e análise. Para isso, ele foi testado por professores da unidade São Cristovão do Colégio Pedro II. O Mosaico

foi utilizado em três disciplinas da primeira e terceira séries: Banco de Dados, Linguagens de Programação e Engenharia de Software. Os professores destas disciplinas desenvolveram avaliações formativas (Figura 6.2), que foram aplicadas a 36 alunos da primeira série e 29 alunos da terceira série.



2 - Quais são as fases usadas na engenharia de requisitos?

3 - Que diagrama da UML é usado para demonstrar como os atores interagem com o sistema ao longo do tempo?

a) Diagrama de Atividades

b) Diagrama de Casos de Uso

c) Diagrama de Estados

d) Diagrama de Sequência

e) Diagrama de Componentes

4 - Para que deve ser usado o diagrama de casos de uso

5 - Diferencie requisitos de Software dos de Negócio

Figura 6.2 – Parte de um questionário utilizado no Pedro II  
Fonte: Elaboração do autor.

Os professores relataram sua experiência na utilização do Mosaico por meio de um questionário com perguntas abertas:

De uma forma geral, o processo (criação, aplicação e análise) de avaliação é algo complexo para você? Qual a fase mais difícil? Explique.

- Sim. Conseguir criar uma avaliação que realmente teste o conhecimento adquirido pelo aluno me toma muito tempo e, muitas vezes, não sai de forma satisfatória. Tento dosar as perguntas de forma justa com o aluno e o conteúdo do curso, mas é uma tarefa complexa.
- Tenho muito tempo em docência, porém, a maior parte deste tempo tenho lecionado em universidades. Quando precisei fazer avaliações para o ensino médio, encontrei alguma dificuldade, pois a didática deve ser diferente. Minha maior dificuldade tem estado em analisar os dados. Saber avaliar o desempenho individual e da turma e até onde não há um erro na minha elaboração de questões
- Até então não achava difícil a criação de avaliações, porém, após usar o mosaico entendi que não estava dando a devida importância a esse processo e aos alunos. Além do que estava construindo minhas avaliações de forma errada. A criação e a

análise são as fases mais difíceis. Saber equilibrar as questões e extrair do resultado informações úteis exige muito treino.

Houve alguma mudança sobre o seu conceito de criar avaliações após o uso do Mosaico? O que você aprendeu? Que conceitos foram reforçados?

- Não. Já buscava criar as avaliações de um modo parecido, no entanto, o uso do mosaico me ajudou a aprimorar esse processo. Principalmente a balancear as questões.
- Sim. Boa parte da dificuldade de análise estava na forma como eu construía as questões. Entendi a necessidade de dosar as questões de forma positiva e negativa para avaliar se o aluno realmente entendeu ou se apenas chutou uma resposta. E a separar os grupos de questões por sessão e assim avaliar o conhecimento do aluno em cada parte da matéria.
- Sim. Mudei completamente a maneira como enxergo o processo de avaliação. Entendi como devem ser criadas as questões, que o conteúdo pode ser dividido em módulos e que é importante usar um número de questões para avaliar cada módulo do conteúdo.

Avalie o uso da ferramenta, pontos fortes e fracos.

- De um modo geral, gostei de usar a ferramenta, o help realmente ajuda no entendimento e elaboração das questões. O visual está intuitivo e agradável, mas poderia ser mais rico em elementos de formulário. Não consegui usar as ferramentas de análise.
- A ajuda na criação de questionário foi para mim o ponto mais forte do software. Como ponto fraco, o fato de não ter conseguido visualizar individualmente as respostas dos alunos.
- O ponto forte da ferramenta é a capacidade de ensinar aos educadores a importância de construir avaliações bem feitas e analisar os dados para melhorar seu desempenho como professor e assim melhorar a forma como os alunos estão aprendendo. Sei que estamos falando de um protótipo, mas o único ponto fraco a meu ver está na interface oferecida para os alunos.

Que outras funcionalidades você gostaria de ver no Mosaico?

- Gostaria de ter acesso às provas individuais dos alunos. O processo de construção do formulário poderia melhorar. Gostaria de ter acesso à análise das respostas.
- Em lugar do help, um assistente para a criação dos questionários
- Não consigo pensar em nenhuma.

A Tabela 6.1 lista as principais considerações feitas pelos alunos.

Tabela 6.1 Sugestões dos alunos I

Descrição do Erro/Sugestão	Observações
Não há resposta de que o questionário foi enviado.	Solicitação já foi atendida.
Pode-se criar usuários repetidamente, a falta de <i>feedback</i> na criação de usuário induz a isso.	Solicitação já foi atendida.
Os campos para resposta estão muito pequenos, quando as respostas são livres. Quem sabe um Rich Text?	Foi resolvida a questão do tamanho da resposta. A implementação de um formato Rich Text – formato de texto rico – faz parte das sugestões de futuras melhorias do Mosaico.
Posso responder quantas vezes eu tentar.	Isso é proposital, mas em uma implementação futura este controle deve ser aprimorado.

Fonte: Elaboração do autor.

O valor deste experimento, além de validar os processos de construção, execução e análise, foi testar o Mosaico com profissionais de ensino e perceber que ele realmente agrega valor ao uso da avaliação.

#### 6.4 – Validação do Mosaico como objeto de aprendizagem.

O Mosaico foi utilizado na Turma 2008 de pós-graduação em Tecnologia da Informação Aplicada à Educação (PGTIAE) do Núcleo de Computação Eletrônica da Universidade Federal do Rio de Janeiro. A importância desta utilização foi validá-lo como objeto de aprendizagem para ensinar de forma prática os conceitos de planejamento, execução e análise de avaliações educacionais.

A atividade formativa denominada “Pimenta nos olhos dos outros é refresco” pretendia permitir aos alunos vivenciar as dificuldades de um avaliador. Os alunos tinham de tratar do tema “O que é avaliação afinal?”, tendo como contexto o ensino a distância. Esta atividade tinha várias etapas, mas vamos considerar aqui apenas a que se relacionava com o Mosaico.

Os alunos da turma foram distribuídos em três grupos (Santa Maria, Pinta e Nina), cujos membros eram ao mesmo tempo sujeitos e objetos do processo de avaliação da atividade:

- Santa Maria avaliava Pinta.
- Pinta avaliava Nina.
- Nina avaliava Santa Maria.

Cada grupo deveria discutir o tema proposto usando bibliografia recomendada e outras sugeridas pelos palestrantes convidados e pelos próprios alunos, com vistas à formulação do teste formativo contendo quatro questões do tipo aberta e seis questões do tipo Likert, a ser respondido pelos alunos de outro grupo, conforme indicado acima. A construção e aplicação on-

line do teste foram feitas no Mosaico. Entre outros recursos, os alunos utilizaram a possibilidade de agregar imagens, filmes ou outros recursos multimídia (Figura 6.3).

5 - Vemos, no desenho, que o aluno deu uma resposta diferente daquela que o professor esperava. Ao avaliar a resposta do aluno, o professor deve levar em consideração seus conhecimentos prévios, sua vivência, sua experiência.

GEOGRAFIA / 6ª SÉRIE :

**O QUE É ESPAÇO ?**

ESPAÇO É O LUGAR QUE HÁ DE INTERVALO DE UM OBJETO AO OUTRO, ONDE SE POSSA FAZER ALGO COMO CORRER, BRINCAR, ETC. É TAMBÉM UM LUGAR QUE POSSA SER OCUPADO PELO AR.

(OPINIÃO/ALUNO)

ESPAÇO É O MEIO ILIMITADO QUE CONTÉM TODOS OS CORPOS CELESTES, OU MELHOR, A CRIAÇÃO TODA.

(OPINIÃO/PROF.)

<input type="radio"/>	a.) Concordo
<input type="radio"/>	b.) Concordo parcialmente
<input type="radio"/>	c.) Discordo parcialmente
<input type="radio"/>	d.) Discordo
<input type="radio"/>	e.) Não sei.

Figura 6.3 – Parte de um questionário formulado pelos alunos no papel de professores  
Fonte: Alunos da turma do PGTAIE.

Como neste experimento ambos os lados, avaliador e avaliado, estavam profundamente envolvidos no processo, houve boas contribuições para melhoria na interface do Mosaico-core e para a identificação de algumas falhas. A Tabela 6.2 lista algumas destas contribuições.

Tabela 6.2 – Sugestões dos alunos II

<b>Comentários</b>	<b>Observações</b>
Sob certas circunstâncias o sistema não gravava o resultado de questões abertas	Isso evidenciou como um profissional de desenvolvimento pode ser tendencioso com os testes. Como as questões abertas não são enviadas para o Mosaico-stat, que é um dos focos principais do Mosaico, não se deu muita atenção a elas durante os testes. Um bom planejamento de testes automáticos teria evitado isso.
Algumas vezes o site estava inacessível.	Por não estar em um servidor com IP fixo, o Mosaico faz uso do no-ip.org que faz a função de “DNS” para sites que não têm IP fixo. Algumas vezes isso não funcionava.
Era importante que o professor pudesse excluir um teste.	Foi criada esta opção
O campo de entrada de resposta de questões abertas era muito pequeno, gerando desconforto para digitação de respostas longas.	O campo que antes tinha apenas uma linha passou a ter várias linhas.
No Mosaico, pudemos criar as questões de maneira muito intuitiva, apresentando ferramentas bastante práticas, tanto para as questões abertas quanto para as questões Likert’s.	

Fonte: Elaboração do autor.

Este experimento validou o ambiente Mosaico como um objeto de aprendizagem.

### 6.5 – Considerações finais.

As validações às quais o Mosaico foi submetido mostraram que a construção de uma plataforma de avaliação distribuída é viável. Mostraram que os professores sentem necessidade de um auxílio para desempenhar a tarefa da avaliação e que apreciaram o Mosaico. O Mosaico também foi validado como objeto de aprendizagem para ensinar conceitos de avaliação.

## Capítulo 7

# Considerações Finais e Trabalhos Futuros

---

“É por isso que se mandam as crianças à escola: não tanto para que aprendam alguma coisa, mas para que se habituem a estar calmas e sentadas e a cumprir escrupulosamente o que se lhes ordena, de modo que depois não pensem mesmo que têm de pôr em prática as suas idéias.”

*Immanuel Kant*

Neste capítulo, é apresentado o resumo da pesquisa descrita nessa dissertação, explicitando as suas contribuições, problemas encontrados ao longo do seu desenvolvimento e sugestões para o prosseguimento do trabalho.

## 7.1 Contribuições da Dissertação

A percepção de que a avaliação está sempre relacionada com medo, privação de algo e deve ser vista como inimiga pode e tem que mudar. Avaliação é um caminho de duas vias, fornecendo informações importantes para o avaliador e o avaliado. A avaliação é uma amiga e não uma inimiga.

O depoimento de um aluno registrado no capítulo 3 ilustra bem como a avaliação é feita na prática e como ela é vista pelos alunos.

“É complicado tratar desta questão porque geralmente a nota é lançada no final do semestre, daí não temos mais aula e fica por isso mesmo. Os resultados são dados pela Internet ou afixados nas portas das salas dos professores”.

A aprendizagem tem evoluído no sentido de ser colaborativa, com foco no aluno, onde a interação social do aluno, o ambiente que ele vive e suas experiências são levadas em consideração pelo professor. Neste ambiente complexo o professor se torna muito mais um orientador do que uma autoridade. A avaliação tem que acompanhar esta evolução e deixar de ser um elemento de medição e passar a ser um processo contínuo durante toda a aprendizagem. A TIC pode ajudar os professores a aprimorar o uso da avaliação.

O levantamento das tecnologias envolvidas no Mosaico pode ajudar profissionais de TI a dar continuidade a este projeto e se familiarizarem com tecnologias e metodologias relativamente novas, tais como: Ruby on Rails, XML, Web Services, R e MVC.

O Mosaico, mesmo se tratando de um protótipo, já pode ser usado como um objeto de aprendizagem para ensinar avaliação. O capítulo 3 e os anexos desta dissertação fornecem um tutorial para a criação de questionários on-line. O capítulo 2 complementa o Mosaico com informações teóricas sobre avaliação.

Os professores ganham uma ferramenta que auxilia no planejamento, execução e análise de questionários. Em especial, passam a ter acesso a um tipo de análise numérica e estatística que antes só estava disponível por meio de software complexos e caros como o SPSS.

O guia do Mosaico pode ser desenvolvido de forma colaborativa e se tornar uma excelente referência on-line sobre avaliação.

Espera-se que muitos outros módulos se somem aos dois já desenvolvidos, criando assim uma grande plataforma distribuída de serviços de avaliação.

Portanto, consideramos que a hipótese apresentada no início deste trabalho foi plenamente comprovada – “É possível, através de um ambiente distribuído de serviços independentes na WEB, criado por especialistas em cada tipo de avaliação, preparar os professores para o ato de avaliar nos seus três estágios: planejamento, execução e análise”.



## 7.2 Problemas Encontrados

Uma das maiores dificuldades desta pesquisa foi o que diz respeito às validações. Grande parte da validação é feita pelos professores e não pelos alunos. Portanto, o grande desafio foi lidar com a rotina intensa destes profissionais.

A solução do Mosaico envolve muitas tecnologias diferentes, isso tornava a identificação de alguns erros muito complexa. Muito tempo foi perdido no tratamento destes erros. Este problema foi agravado pelo fato de serem tecnologias que ainda não são largamente utilizadas (principalmente Ruby on Rails e o R), deixando o autor quase sempre com uma busca solitária pelas soluções.

O Mosaico exige que o R esteja instalado no servidor, o que não é permitido por alguns administradores de rede que gerenciam máquinas compartilhadas entre várias aplicações. Isso causou dificuldade para encontrar uma máquina para hospedar o Mosaico.

Outra restrição é o tempo limitado para realizar todo o trabalho de pesquisa, desenvolvimento do protótipo e validação. Por isso, algumas escolhas tiveram de ser feitas e de forma proposital algumas implantações foram deixadas para o futuro (item 7.4).

## 7.3 Artigos Publicados

- Mosaico – Model of collaborative services of evaluation by the Internet. V International Conference on Multimedia and Information and Communication Technologies in Education, abril de 2009, Lisboa, Portugal.

## 7.4 Trabalhos Futuros

Esta dissertação apresenta algumas propostas para desenvolvimentos futuros.

- Desenvolver outros módulos de avaliação consolidando a proposta do Mosaico de criar um ambiente distribuído de avaliação. Algumas possibilidades são: avaliação por pares, fóruns, chats etc.
- Aprimorar os mecanismos de segurança da ferramenta.
- Aprimorar o módulo de auditoria do Mosaico. Aumentar o número de ações auditadas e gerar relatórios com consolidações destas informações
- Desenvolver outro módulo, como, por exemplo, lógica nebulosa ou teoria de resposta ao item.
- Validar o XML e o arquivo de entrada.

- Melhorar os recursos visuais do Mosaico, introduzindo uma navegação mais próxima das aplicações desktop (web 2.0).
- Desenvolver uma interface usando a tecnologia SVG (ver capítulo 4) para transferência dos gráficos.
- Implementar um serviço que permita que o avaliador possa passar parâmetros para formatação dos gráficos.
- O Mosaico já possui a funcionalidade comparar questões de uma mesma Dimensão. Mas falta a capacidade de validar as questões pela criação de questões complementares.

## 7.5 Visão do Pesquisador

Como profissional da área da Tecnologia da Informação com formação nesta área e especialização em Marketing, a experiência neste trabalho foi profundamente enriquecedora. Foi realmente uma consolidação de todo o conhecimento adquirido no mestrado e exigiu o aprofundamento em três áreas:

### **Tecnologia da Informação:**

Pude trabalhar com algumas metodologias e técnicas das quais tinha pouca ou nenhuma experiência como Ruby on Rails, R, Web Services, XML, orientação a objeto e o modelo MVC. Ao fazer uso do R como uma alternativa ao SPSS, deixei uma contribuição valiosa e uma porta aberta para novos trabalhos.

### **Pedagógica**

Do ponto de vista pedagógico, pude me aprofundar em um assunto no qual eu mesmo tive dificuldade ao lecionar: a avaliação. A conversa com professores revelou que este é um assunto complexo para a maioria deles e que há muito a fazer para que a avaliação seja realmente utilizada como parte do processo pedagógico.

### **Matemática/Estatística**

Além de ter de estudar o R, foi necessário rever e aprender diversos conceitos de análises numéricas e estatísticas. Este trabalho foi feito sempre com a preocupação de apresentar estes conceitos da forma mais simples possível para profissionais que não têm conhecimentos avançados sobre esta área.

## **Referências Bibliográficas**

---

AKITA, F. **Repensando a web com rails**. 1. ed. Rio de Janeiro: Brasport, 2006. 508 p.

\_\_\_\_\_. Agilidade e qualidade de projetos. In: ENCONTRO LOCAWEB DE PROFISSIONAIS DA INTERNET, 11., 2009. **Palestras ...** Rio de Janeiro: Locaweb Serviços de Informática, 2009.

ANGELO, F. Pela primeira vez, venda de computadores supera a de TVs no Brasil. **Revista Eletrônica Convergência Digital**, maio de 2008. Disponível em: <[www.convergenciadigital.com.br/cgi/cgilua.exe/sys/start.htm?infolid=13764&sid=5](http://www.convergenciadigital.com.br/cgi/cgilua.exe/sys/start.htm?infolid=13764&sid=5)>. Acesso em: maio 2009.

ARAÚJO, J. F. **Uma proposta de formação continuada de professores via internet e por meio da discussão de questões de provas e testes**. 2004. Dissertação (Mestrado em Informática) - Núcleo de Computação Eletrônica, Instituto de Matemática, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2004.

AZAMBUJA, S. **Estudo e implementação da análise de agrupamento em ambientes virtuais de aprendizagem**. 2005. Dissertação (Mestrado em Informática) - Núcleo de Computação Eletrônica, Instituto de Matemática, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2005.

BAKER, F. B. **The basis of item response theory**. 2. ed. Washington, D.C.: Eric Clearinghouse on Assessment and Evaluation, 2001.

BAUER, P. ; NOUAK, S. ; WINKLER, R. **A brief course in fuzzy logic and fuzzy control**. Disponível em: <<http://www.esru.strath.ac.uk/Reference/concepts/fuzzy/fuzzy.htm>>. Acesso em: maio 2009.

BLACK, P. **Testing: friend or foe?** Theory and practice of assessment and testing. 1. ed. Florence: Routledge-USA, 1998. 173 p. (Master Classes in Education Series).

BLOOM, B. **Handbook on formative and sumative evaluation**. New York: McGraw Hill, 1971.

BRINCKMANN, R. **A avaliação formativa da aprendizagem através da matemática nebulosa** – uma proposta metodológica. 2004. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção e Sistemas) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2004.

CAMPOS, G. **A avaliação em cursos on-line**. Coluna Escola Internet, Site TI Master, 2002. Disponível em: <[http://www.timaster.com.br/revista/colunistas/ler\\_colunas\\_emp.asp?cod=522](http://www.timaster.com.br/revista/colunistas/ler_colunas_emp.asp?cod=522)> . Acesso em: jul. 2009.

CAVAS, C. ; BUNCHART, G. **Sob medida**: um guia sobre a elaboração de medidas do comportamento e suas aplicações. São Paulo: Vetor , 2002.

CHAMOVITZ, I. **GRS : Gerador de redes sistêmicas na web** : um instrumento de apoio ao desenvolvimento cooperativo e a distância de atividades acadêmicas. 2004. Dissertação (Mestrado em Informática) - Núcleo de Computação Eletrônica, Instituto de Matemática, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2004.

\_\_\_\_\_. **Forum Evaluation**. Website da Pesquisa de doutorado sobre avaliação de fóruns virtuais. Disponível em: <[http://api.adm.br/evalforum/?page\\_id=196](http://api.adm.br/evalforum/?page_id=196)> . Acesso em: maio 2009.

DEITEL, H. M. ; DEITEL, P. J. **Java como programar**. São Paulo: Prentice Hall, 2005.

ELIA, M. F. **Notas de aula da disciplina metodologia da pesquisa**. Rio de Janeiro: Núcleo de Computação Eletrônica da Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2006.

FARIA, C. **PDCA (Plan, do, check, action)**. Infoescola, 2008. Disponível em: <[http://www.infoescola.com/administracao\\_/pdca-plan-do-check-action/](http://www.infoescola.com/administracao_/pdca-plan-do-check-action/)>. Acesso em: maio 2009.

\_\_\_\_\_. **Método científico – mudança de paradigma**. Infoescola, 2008. Disponível em: <<http://www.infoescola.com/ciencias/metodo-cientifico-mudanca-de-paradigma/>>. Acesso em: jun. 2009.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

GONÇALVES, M. **Arquitetura de avaliação educacional em fórum de discussão temático**. 2009. Dissertação (Mestrado em Informática) - Núcleo de Computação Eletrônica, Instituto de Matemática, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2009.

GUBA, E. ; LINCOLN, Y. **Fourth generation evaluation**. Newbury Park: Sage Publications, 1989.

GUTIERREZ, G. C. **Estimação das escalas dos constructos capital social, capital cultural e capital econômico e análise do efeito escola nos dados do Peru-Pisa 2000**. 2005. Dissertação ( Mestrado em Engenharia Elétrica) – Departamento de Engenharia Elétrica, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2005.

HECKERT, A. O que é SVG?. **Inskape Brasil**, 2008. Disponível em: <<http://wiki.softwarelivre.org/InkscapeBrasil/SVG> >. Acesso em: jun. 2009.

HUSKES, M. ; SILVEIRA, A. ; TONTINI, G. **O Marketing de relacionamento e os programas de fidelização de clientes em supermercados da região sul do Brasil**.

Disponível em:

<[http://www.fgvsp.br/iberoamerican/Papers/0170\\_O%20MARKETING%20%20DE%20%20RELACIONAMENTO%20EM%20SUPERMERCADOSDA%20REGIAO%20SUL%20DO%20BRASIL.pdf](http://www.fgvsp.br/iberoamerican/Papers/0170_O%20MARKETING%20%20DE%20%20RELACIONAMENTO%20EM%20SUPERMERCADOSDA%20REGIAO%20SUL%20DO%20BRASIL.pdf)>. Acesso em: mar. 2009.

JAVA. **Site oficial do java**. Disponível em <<http://java.com/en/about/>>. Acesso em: abr. 2009.

KIMBALL, R. Surrogate keys. **DBMS On-line**, maio de 1998. Disponível em: <<http://www.fortunecity.com/skyscraper/oracle/699/orahtml/dbmsmag/9805d05.html>>. Acesso em: mar. 2009.

LEVINE, D. et al. **Estatística: teoria e aplicações**. Rio de Janeiro: LTC, 2008.

LOPES, M. S. **Avaliação da aprendizagem em atividades colaborativas em EAD viabilizada por um fórum categorizado**. 2007. Dissertação (Mestrado em Informática) - Núcleo de Computação Eletrônica, Instituto de Matemática, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2007.

LUDKE, M. ; MEDIANO, Z. (Coord.). **Avaliação na escola de 1º grau: uma análise sociológica**. Campinas: Papirus, 1992.

MARSHALL, K.. **Web services on rails**. Sebastopol: O Reilly, 2008.

MARTINS, G. Sobre confiabilidade e validade. **Revista Brasileira de Gestão de Negócios**, São Paulo, 2006.

MASIERO, P. C. **Ética em computação**. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2002.

MEDIANO, Z. ; LUDKE, M. (Coord.). **Avaliação na escola de 1º grau: uma análise sociológica**. Campinas: Papyrus, 1992.

MENDES, O. M. **Formação de professores e avaliação educacional: o que aprendem os estudantes das licenciaturas durante a sua formação**. 2006. Dissertação (Mestrado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade Federal de São Paulo, São Paulo, 2006.

METSKER, S. **Padrões de projeto em Java**. Porto Alegre: Bookman, 2004.

MOREIRA, M. A. **Teorias de aprendizagem**. São Paulo: Pedagógica e Universitária, 1999.

MOODLE, **Visão geral do moodle**. Disponível em: <<http://moodle.org>>. Acesso em: abr. 2009.

NOVAK, J. **A theory of education**, Ithaca: Cornell University Press, 1977.

OLIVEIRA, C. **Notas de aula da disciplina Sistemas Avançados e Web 2.0**. Rio de Janeiro: Núcleo de Computação Eletrônica da Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2009.

OXFORD AND CAMBRIDGE SCHOOLS EXAMINATION BOARD. **Test development and research unit about multiple choice item writing**. Lane, UK: Universidade de Cambridge, 1975.

PERL. **Site oficial do Perl**. Disponível em: <<http://www.perl.org/>>. Acesso em: abr. 2009.

PHYTON. **Site oficial do Phyton**. Disponível em: <<http://www.python.org>>. Acesso em: abr. 2009.

PIMENTEL, M. **HiperDiálogo: Uma Ferramenta de bate-papo para diminuir a perda de contexto**. 2002. Dissertação (Mestrado em Informática) - Núcleo de Computação Eletrônica, Instituto de Matemática, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2002.

POPHAM, W. J. **Educational evaluation**. 3. ed. Needham Heights: Allyn & Bacon, 1988.

PRESSMAN, R.. **Engenharia de software**. 6. ed. São Paulo: McGraw-Hill, 2006.

PRÓ-LICENCIATURA. Site do Mec. Disponível em <<[http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com\\_content&view=article&id=12349&Itemid=708](http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_content&view=article&id=12349&Itemid=708)>>. Acesso em: abr 2009.

RICHARDSON, L. ; ERUBY, S. **Restful web services**. Sebastopol: O'Reilly, 2007.

RODRIGUES, C. Avaliação: porquê e para quê?; **Revista Cézame On-line**, n. 10, 11 de fevereiro de 2009. Disponível em: <<http://www.proffint.com/cezame/cezame10/sumario10.htm>>. Acesso em: 03 jun. 2009.

ROQUE, G. **Uma proposta de um modelo de avaliação de aprendizagem por competência para cursos a distância baseados na web**. 2004. Dissertação (Mestrado em Informática) - Núcleo de Computação Eletrônica, Instituto de Matemática, Universidade Federal

do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2004.

SILVA, M. ; SANTOS, E. (Org.). **Avaliação da aprendizagem online**. São Paulo: Loyola, 2006.

SOUZA, A. **Dimensões da avaliação educacional**, Petrópolis: Vozes, 2005.

STEVENS, S. S. **Handbook of experimental psychology**. New York: Wiley, 1951.

TELES, V.. **Extreme Programming: Aprenda como encantar seus usuários desenvolvendo software com agilidade e alta qualidade**. Rio de Janeiro: Novatec Editora, 2004.

UAB. **Portal da UAB**. Disponível em: <<<http://uab.capes.gov.br/>>>. Acesso em: abr. 2009.

WIKIPEDIA MOODLE. **Moodle**. Disponível em: <<http://pt.wikipedia.org/wiki/Moodle>>. Acesso em: abr. 2009.

## Anexo I

# Índice de Tendência Central

Como o próprio nome sugere, este índice indica o grau de tendência das respostas dadas ao item e, em geral, fica definido pela:

- Média;
- Mediana;
- Moda.

Como a resposta a um item depende tanto de atributos do próprio quanto da característica do respondente que se objetiva medir, o índice de tendência central estaria, de fato, refletindo uma combinação destas duas possibilidades. Assim, na análise clássica de itens, o índice de tendência central de resposta a um item não é um conceito absoluto que independe do instrumento e da população testada.

Um exemplo pode ajudar a entender este conceito. O gráfico 9.1 mostra o resultado de um teste com 10 questões aplicado a 26 alunos. Cada questão vale um ponto, podendo assim o aluno ter uma nota máxima igual a 10. A distribuição dos resultados é demonstrada na Figura 9.1, onde cada X corresponde a um aluno que respondeu certo um determinado número de questões (POPHAM, 1998):



Gráfico 9.1 Distribuição dos resultados de um teste  
Fonte: Popham, 1998.

**Média** – Este é o indicador de tendência central mais utilizado. Ele consiste na média aritmética das pontuações na distribuição e é calculado somando-se todas as notas e dividindo pelo número de alunos.



$$\text{Média} = \frac{\text{Soma dos resultados}}{\text{Número de respostas}}$$

No nosso exemplo, temos a média 5,4 (o resultado foi arredondado para uma casa decimal):

**Mediana** – A mediana é o ponto central na distribuição de pontuações. Ele divide as pontuações em duas metades iguais. Ou seja, a quantidade de pontos depois deste índice é a mesma que a quantidade antes do índice.

No nosso exemplo, a mediana é 5,5.

**Moda** – Moda é o valor que mais ocorre em uma distribuição. Podemos verificar por meio da Figura 3.4 que o valor que mais ocorre no nosso exemplo é 6.

**Qual é o melhor índice?** Não existe um índice melhor do que o outro. Todos podem esconder algum tipo de distorção, por isso é fundamental conhecer os dados e saber o que se está procurando.

Sem sombra de dúvida, a média é o índice de tendência central mais utilizado, quase de uma forma intuitiva pelos educadores. Ela também é a mais fácil de calcular.

A mediana pode ser uma boa opção quando há poucos resultados que possam influenciar de uma maneira irrealista o resultado da média. Por exemplo, em uma fictícia pesquisa para saber o patrimônio financeiro de moradores de um prédio, temos o seguinte resultado:

{50.000, 80.000, 100.000, 150.000, 200.000, 250.000, 3.000.000}

Ao calcularmos a média dos investimentos, chegamos a R\$ 547.143. Esta média foi distorcida pelo valor do investimento de um dos moradores que, supostamente, ganhou um prêmio na loteria e possui um investimento muito superior ao dos outros moradores. Neste caso, a mediana, R\$ 150.000, é um valor muito mais consistente e realístico.

A moda é a escolha certa nos casos em que o que se está procurando é o valor que mais se repete em um conjunto. Neste caso, procura-se um valor único, exato. Popham (1998) cita o exemplo de um fabricante de tênis que, com o objetivo de direcionar os seus esforços de produção, pesquisa em uma base de dados qual é o tamanho de sapato mais usado.

Sempre que possível, é útil para o educador ter acesso aos três índices. A variação entre eles pode ser uma valiosa informação.

## Anexo II

# Índice de Dispersão

Além da tendência central, todo conjunto de dados pode ser caracterizado pela sua variação e formato. A variação mede a dispersão dos valores em um conjunto de dados. Uma medida simples de dispersão é a amplitude que mede a diferença entre o maior valor e o menor valor.

**Desvio Padrão** – Segundo Levine (2006), a amplitude leva em consideração os extremos, mas não como os valores se distribuem ou se concentram entre os extremos. Poder-se-ia imaginar que para obter uma visão desta distribuição bastaria fazer a diferença de cada valor com a média aritmética. No entanto, a média aritmética é o ponto de equilíbrio de um conjunto de dados. Logo, o valor resultante seria zero, já que a soma destas diferenças se anulariam. Para se resolver isso, eleva-se ao quadrado a diferença entre cada valor e a média aritmética. O somatório dos valores encontrados resulta na medida que é chamada **soma dos quadrados (SQ)**. Este valor dividido pela quantidade de valores menos 1 resulta na **variância da amostra ( $S^2$ )**. A raiz quadrada da variância da amostra é o **desvio padrão (S)** da amostra.

A fórmula para o desvio padrão amostral é:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^2}{N - 1}}$$

No caso em que a distribuição for normal, o desvio padrão tem uma interpretação estatística bem útil: no intervalo  $(\bar{x} + \sigma)$ ,  $(\bar{x} + 2\sigma)$  e  $(\bar{x} + 3\sigma)$  espera-se encontrar respectivamente 66,7%, 95% e 99,7% das medidas.

O desvio padrão usado junto com o conceito de média é uma excelente maneira de ver a variação dentro do grupo. O desvio padrão é, sem dúvida, o mais amplamente índice de variação usado pelos avaliadores (POPHAM, 1998, p. 116).

**Quartis** – Quartis dividem um conjunto de dados em quatro partes iguais. O primeiro passo para trabalhar com os quartis é ordenar os dados de forma crescente. O primeiro quartil, Q1, divide os valores que correspondem aos 25% mais baixos dos outros 75%. O Segundo quartil, Q2, separa os 50% menores dos 50% maiores, portanto, ele corresponde à mediana. O terceiro quartil, Q3,

separa os 75% menores valores dos 25% maiores. Os quartis, ao mostrar a distribuição dos dados, também podem fornecer informações valiosas aos avaliadores.

## Anexo III

### Gráfico Box and Plot

Um tipo de sumário numérico bastante utilizado em forma gráfica na análise exploratória é o gráfico Box and Plot (também chamado de whisker plot ou, em português, gráfico caixa-bengalas). A Figura 3.5 mostra os componentes deste tipo de gráfico. A caixa representa os valores que estão situados no meio da distribuição de dados, 50% dos valores, ou seja, estão entre o primeiro quartil (Quartil Inferior) e o terceiro quartil (Quartil Superior). A linha horizontal desenhada dentro da caixa representa a mediana. As bengalas (bigode ou *whisker*), que saem da caixa e terminam em um cabo transversal, dão, respectivamente, uma indicação da distância que os valores extremos superior e inferior "aceitáveis" encontram-se da distribuição do meio. Essas bengalas indicam, portanto, os limites aceitáveis da distribuição. O gráfico 9.2 mostra os itens que compõem um gráfico de caixa-bengala.

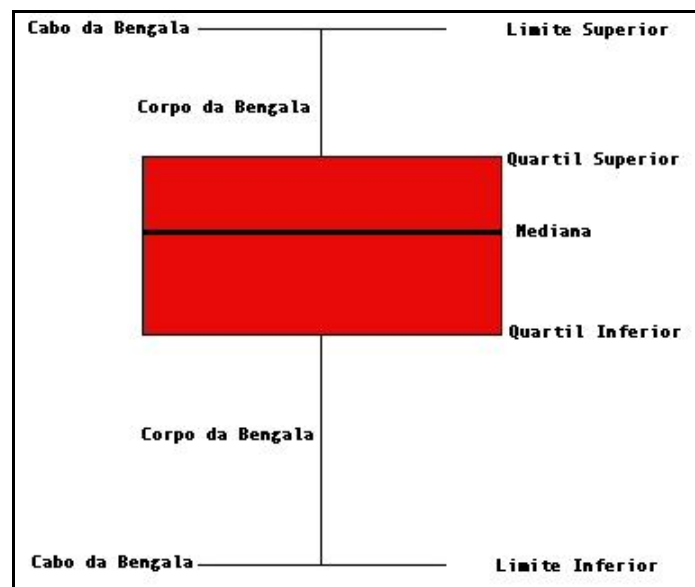


Figura 9.2 Gráfico Box and Plot  
Fonte: Elia, 2006.

Os limites aceitáveis de uma distribuição são 1,5 vezes o tamanho da caixa (Intervalo Interquartil = IQR =  $Q_3 - Q_1$ ) no sentido superior e no sentido inferior. Qualquer valor situado entre 1,5 e 3 vezes o tamanho da caixa (IQR) é considerado um **outlier**. Qualquer valor situado acima de 3 vezes o tamanho da caixa (IQR) é considerado um **extreme outlier**. Alguns programas estatísticos como, por exemplo, o conhecido Statistical Package for Social Sciences (SPSS) traça

os limites aceitáveis (superior ou inferior), usando a distância do caso interno mais afastado e próximo desta distância, podendo assim ocorrer caixas com “whiskers” de tamanhos diferentes.

O gráfico 9.3, na próxima página, mostra como este tipo de gráfico se comporta com algumas distribuições diferentes de valores. Todos os gráficos mostrados pelo Mosaico foram gerados usando o pacote estatístico R. *Outliers* e *extreme outliers* não podem ser simplesmente desprezados. É necessário que sua importância no conjunto de valores seja avaliada.

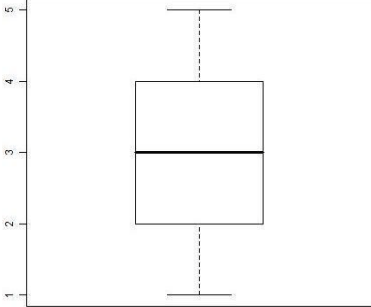
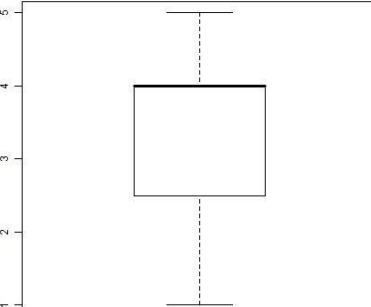
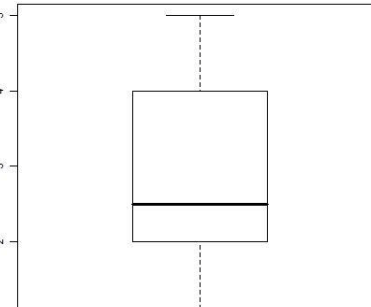
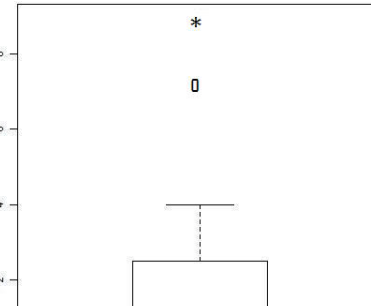
 <p>A box plot on a vertical axis from 1 to 5. The box extends from 2 to 4, with a thick horizontal line representing the median at 3. Whiskers extend from 1 to 5.</p>	<p>Neste caso, a mediana está exatamente no meio da caixa, o que indica que a distribuição está balanceada.</p>
 <p>A box plot on a vertical axis from 1 to 5. The box extends from 2.5 to 4, with a thick horizontal line representing the median at 4. Whiskers extend from 1 to 5.</p>	<p>Neste caso, a mediana está na parte superior da caixa, o que indica que a distribuição não está balanceada e tem uma alta concentração de valores no limite superior da caixa.</p>
 <p>A box plot on a vertical axis from 1 to 5. The box extends from 2 to 4, with a thick horizontal line representing the median at 2.5. Whiskers extend from 1 to 5.</p>	<p>Neste caso, a mediana está na parte inferior da caixa, o que indica que a distribuição não está balanceada e tem uma alta concentração de valores no limite inferior da caixa.</p>
 <p>A box plot on a vertical axis from 2 to 8. The box extends from 1 to 2.5, with a thick horizontal line representing the median at 1. Whiskers extend from 2.5 to 4. A circle representing an outlier is at 7, and an asterisk representing an extreme outlier is at 8.5.</p>	<p>Neste caso, temos um <i>outlier</i>, representado por um círculo e um <i>extreme outlier</i> representado por um asterisco.</p>

Gráfico 9.3 Exemplos de gráficos Box and Plot

Fonte: Elaboração do autor.

O gráfico 9.4 ajuda a compreender a relação entre o gráfico caixa-bengala e a distribuição dos dados. As letras gregas  $\sigma$  no eixo x representam as unidades de desvio-padrão.

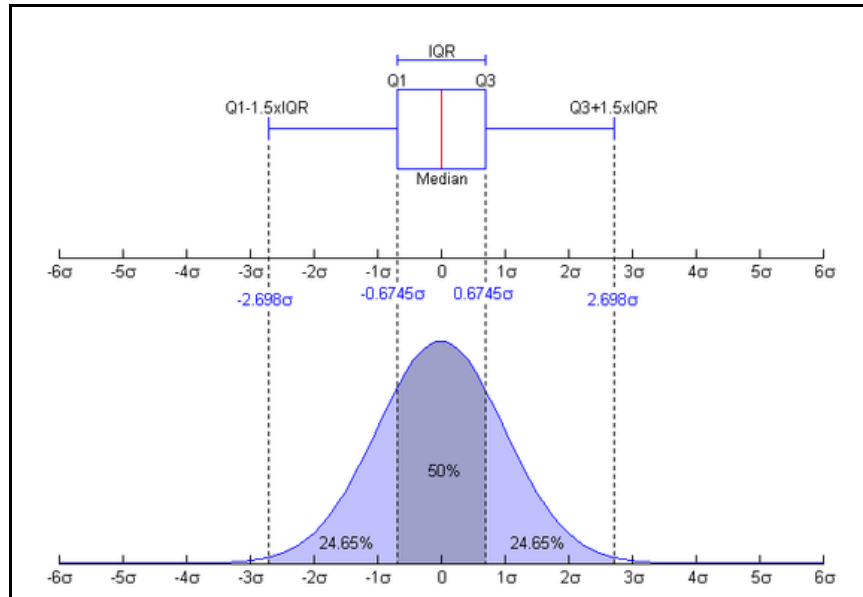


Gráfico 9.4 Distribuição de valores em um gráfico caixa-bengala simétrico  
Fonte: [http://en.wikipedia.org/wiki/File:Boxplot\\_vs\\_PDF.png](http://en.wikipedia.org/wiki/File:Boxplot_vs_PDF.png)

## Anexo IV

# Índices de Correlação

É possível prever ou entender melhor o resultado de um aluno quando ele é comparado com um resultado prévio deste mesmo aluno. Isso pode ser feito colocando em um mesmo gráfico o resultado dos dois testes. O eixo X representará um teste e o eixo Y o outro teste. (BLACK, 1998).

Como exemplo, o gráfico 9.5 mostra uma tabela com os escores de dois testes feitos pelos mesmos alunos e o gráfico resultante. Cada ponto se relaciona com o resultado do teste 1 que está no eixo Y e com o resultado do teste 2, que está no eixo X. Há 25 pontos no gráfico, representando os 25 alunos. Observando o gráfico, é fácil observar que há uma alta correlação entre os testes 1 e 2. A proximidade e a distribuição elipsoidal dos pontos no gráfico demonstram que os alunos que foram bem em um teste também foram bem no outro. O inverso também é verdadeiro.

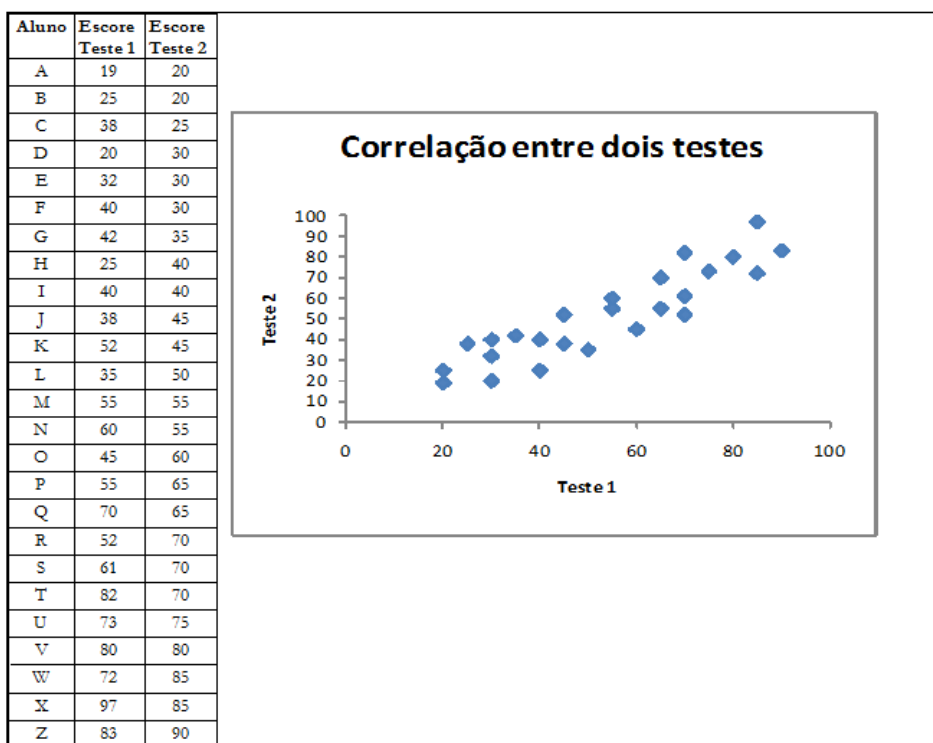


Gráfico 9.5 Testes com alto grau de correlação  
Fonte: Elaboração do autor.



Já entre os escores do gráfico 9.6 não existe esta correlação. Alunos que foram bem em um teste não foram bem em outro e vice-versa, conforme mostra a distribuição mais próxima de uma esfera. Neste caso, há uma baixa correlação entre os testes.

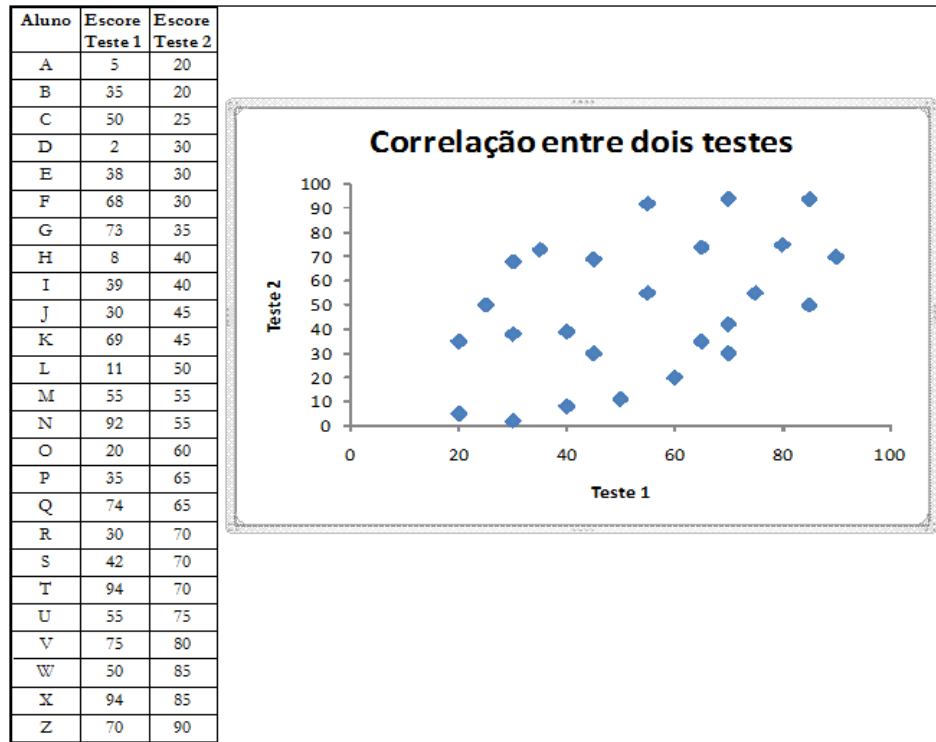


Gráfico 9.6 Testes com baixo grau de correlação  
Fonte: Elaboração do autor.

## Anexo V

# Índices de Consistência Interna

Como não podemos repetir a aplicação de um mesmo item a um mesmo respondente para avaliar a se há consistência nas respostas (confiabilidade), e como fazer testes similares também é muito difícil, usamos como estratégia: aplicar em um mesmo teste itens similares a um mesmo respondente. São criadas dimensões ou agrupamentos de questões que buscam identificar o mesmo tipo de conhecimento ou opinião. Em uma prova bem feita, é esperado que questões de uma mesma dimensão tenham o mesmo tipo de resultado.

Existem diversas abordagens para estimar a consistência interna de um conjunto de resultados.

### **Metades Partidas (Split-Half)**

Esta é uma maneira de avaliar a confiabilidade com a aplicação de um único teste. Um exemplo torna a compreensão mais fácil à compreensão desta técnica: dado um teste com 10 questões, de tal forma que as questões 1 e 2 são similares em conteúdo e dificuldade. O mesmo acontece com a questão 3 e 4, e assim por diante. Como resultado, temos dois conjuntos de questões (1,3,5,7,9) e (2,4,6,8,10), que são equivalentes em termos de conteúdo e dificuldade. Estes dois conjuntos podem ser comparados utilizando o coeficiente de correlação linear de Pearson entre os escores de cada indivíduo no primeiro e no segundo conjunto de questões. É de se esperar que se o teste é confiável as pontuações das duas metades devem ter resultados semelhantes, estando assim fortemente relacionadas. Um indivíduo com baixa pontuação na primeira metade também terá uma baixa pontuação na segunda metade e vice-versa. (MARTINS, 2006). Quanto mais semelhantes forem os escores das duas metades, maior será a confiabilidade do instrumento.

O coeficiente de correlação linear Pearson assume valores entre -1 e 1 e é calculado da seguinte forma:

$$r = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \cdot \sqrt{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}},$$

Onde,

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^n x_i \quad \bar{y} = \frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^n y_i$$

**são as médias aritméticas de ambas as variáveis.**

Os resultados são interpretados da seguinte forma (WIKIPEDIA):

- 0,70 para mais ou para menos indica uma forte correlação.
- 0,30 a 0,7 positivo ou negativo indica correlação moderada.
- 0 a 0,30 indica uma fraca correlação

### Alfa de Cronbach

O coeficiente alfa desenvolvido por J. L. Cronbach é um indicador psicométrico utilizado para verificar a fidedignidade ou validade interna de um instrumento. Operacionalmente, o alfa representa a razão entre a variância considerada "verdadeira" (obtida pela diferença entre a variância total e a variância de erro) e a variância total entre os itens que formam uma escala. A variância verdadeira é aquela que é causada por fatores inerentes à medida, como, por exemplo, a diferença natural que existe entre os indivíduos que respondem aos itens, ao passo que uma variância causada pela diferença entre os graus de dificuldade dos itens da escala não seria considerada verdadeira, mas sim um erro causado durante a construção da escala. O coeficiente alfa pode variar de 0 a 1 (ou entre 0 a 100%). A consistência aumenta quando a proporção entre a  $\text{VarVerdadeira}/\text{VarTotal}$  aumenta e o índice se aproxima de 1 e diminui à medida que esta proporção diminui e o índice se aproxima de 0.

Usualmente, o coeficiente alfa é calculado por uma análise de variância multivariada, contudo, o alfa estandardizado – aquele calculado a partir dos escores padrão (escore Z) dos itens da escala – pode ser bem estimado pelo método conhecido na literatura como KR20-21.

$$\alpha = \frac{N \bar{\rho}}{[1 + \bar{\rho}(N - 1)]}$$

Onde:

$N$  = número de itens

$\bar{\rho}$  = média de correlação linear (Pearson) entre os itens.

A Tabela 9.1 mostra questões de um teste hipotético que pertencem a uma mesma dimensão. Neste caso, o Alfa e Cronbach é igual a 1, porque um mesmo aluno respondeu todas as questões de uma forma coerente.

Tabela 9.1 Dimensão com alta consistência interna

	Que	Que	Que	Que
A	A	a	a	a
A	E	e	e	e
A	c	c	c	c

Fonte: Elaboração do autor.

A Tabela 9.2 mostra o oposto. Neste caso, o Alfa De Cronbach é igual a zero porque não há consistência entre as respostas de um mesmo aluno em uma mesma dimensão.

Tabela 9.2 Dimensão com baixa consistência interna

	Que	Que	Que	Que
A	A	c	b	e
A	A	d	c	e
A	A	d	b	e

Fonte: Elaboração do autor.

### Kuder-Richardson (K-R20 e K-R21)

Um índice muito utilizado para a homogeneidade de um conjunto de itens de um teste é o método Kuder-Richardson, especialmente as fórmulas K-R20 e K-R21. A fórmula K-R21 é mais exata que a K-R20. No entanto, a K-R20 é mais utilizada por ser mais facilmente calculada (PHOPAM, 1998).

$$K-R20 = \frac{(kM)}{(1 + (k - 1)M)}$$

Onde,

$k$  = o número de itens que compõem a escala

$M$  = média das intercorrelações entre estes  $k$  itens, isto é, são ao todo  $(k^2 - k)/2$  intercorrelações que entram no cálculo de  $M$ .

## Anexo VI

# Teoria de Resposta ao Item

---

Segundo Klein (SOUZA, 2005), a Teoria de Resposta ao Item (TRI) surge da necessidade de superar a limitação da apresentação de resultados somente através de percentuais de acertos e da dificuldade de comparar resultados de diferentes testes em diferentes situações.

No Brasil, a TRI tem sido usada especialmente na produção de índices de proficiência para alunos que respondem testes em avaliações em larga escala. O principal programa que utiliza este modelo é o SAEB (Sistema Nacional de Avaliação da Educação Básica), criado em 1995, que avalia as habilidades e conhecimentos de uma amostragem do universo de alunos das escolas públicas brasileiras. A TRI também é usada em programas similares em diversos países do mundo.

A grande questão é: como comparar habilidades e conhecimentos de alunos por meio de provas diferentes? A TRI responde isso desvinculando da análise das provas (Teoria Clássica dos Testes) e concentrando-se na análise dos itens. A TRI é o conjunto de modelos matemáticos onde a probabilidade de resposta a um item é modelada em função da proficiência (habilidade) de um aluno e de parâmetros que expressam propriedades dos itens (SOUZA, 2005, p.121).

Gutierrez (2005) explica de forma didática os princípios da TRI: cada examinado responderá a um item de acordo com a sua habilidade referente a este item. Podemos representar esta habilidade pela letra grega  $\theta$ .

Em um caso dicotômico (por exemplo, com opções verdadeiro e falso), a cada nível de habilidade existirá uma certa probabilidade que o respondente  $j$ , com esta habilidade, dará uma resposta certa ao item  $i$ . Esta probabilidade é representada por  $P_i(\theta_j)$ .

A curva que representa  $P_i(\theta_j)$  tem, em geral, uma forma se S amortecida conhecida como curva característica do item (CCI) (Gráfico 9.7).

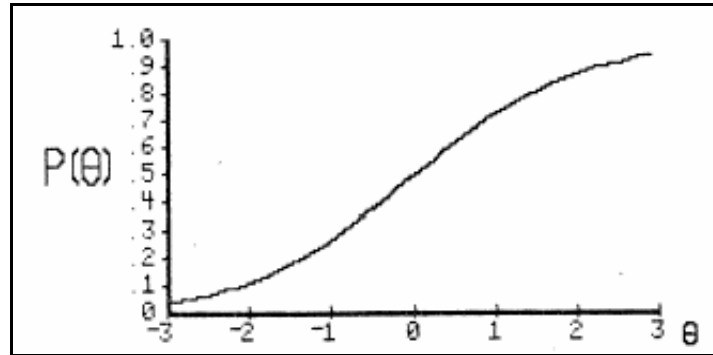


Gráfico 9.7 Curva característica do item

Fonte: Gutierrez, 2005.

É fácil observar que quanto maior a habilidade do aluno  $j$  ( $\theta_j$ ), maior é a probabilidade  $P_i(\theta_j)$  de ele acertar o item  $i$ . A escala de habilidade  $\theta$  está representada como um escore padrão  $Z = (\theta - \theta\mu) / \sigma$ , que é expresso em unidades de desvio padrão  $\sigma$  da média  $\theta\mu$ . Portanto, quando a habilidade do aluno está na média, então  $\theta = 0$ . Quando ela está a um desvio-padrão acima/abaixo da média, então  $\theta = 1$  e  $\theta = -1$ , etc.

Podemos observar também que a probabilidade de acerto não cresce linearmente com o aumento da habilidade (se fosse assim, a curva resultante seria uma reta e não uma curva S).

Duas características modificam a aparência deste gráfico: A dificuldade da questão e a discriminação que é a capacidade de ter resultados diferentes para alunos com habilidades diferentes.

No gráfico 9.8 abaixo, estão representadas três curvas. Todas têm o mesmo nível de discriminação e diferentes níveis de dificuldade.

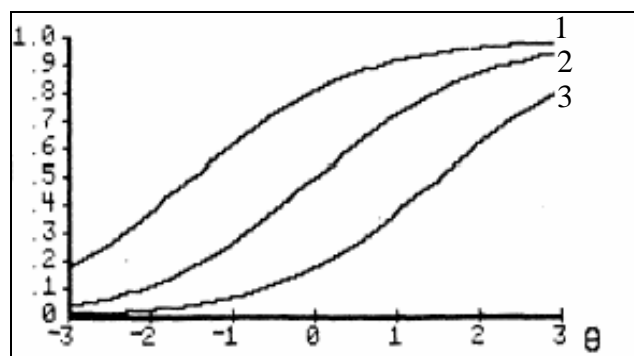


Figura 9.8 Com mesma discriminação, mas com diferentes dificuldades

Fonte: Gutierrez, 2005.

A curva 1 representa uma questão fácil. Isso pode ser observado pelo fato de pessoas com baixa habilidade (eixo x) terem uma alta probabilidade de resposta certa. O menor grau de habilidade já apresenta a probabilidade 2.

A curva 2 representa uma questão de dificuldade média.

A curva 3 representa uma questão de dificuldade alta. Nesta curva, é preciso muito mais habilidade para conseguir alcançar a probabilidade 0.2 que na curva 1 é alcançada com o menor nível de habilidade.

O Gráfico 9.9 mostra como as curvas são alteradas de acordo com o nível de discriminação. Neste Gráfico, são alterados apenas os níveis de discriminação, o nível de dificuldade é o mesmo para todas as curvas.

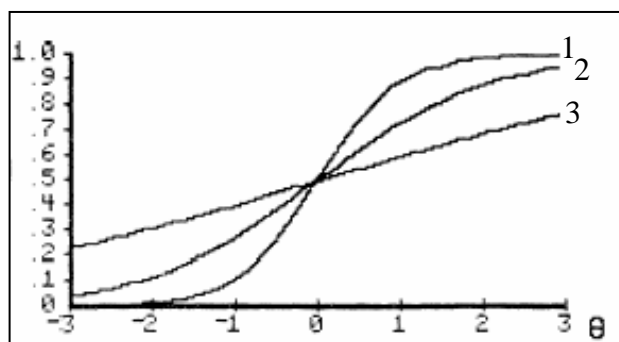


Figura 9.9 Com mesma dificuldade, mas com diferentes níveis de discriminação  
Fonte: Gutierrez, 2005.

A curva 1 tem um alto nível de discriminação. Ou seja, quanto maior a habilidade, maior a probabilidade de responder à questão corretamente.

A curva 2 tem um nível de discriminação médio, menor do que o da curva 1. Isso é visto pelo fato de ter uma curva mais amortecida.

A curva 3 possui um nível de discriminação baixo. Isso pode ser observado pelo fato de que existe uma variação muito menor da probabilidade de acerto entre os extremos da curva (varia de 0,2 até 0,7, ao passo que as outras curvas variam de 0 a quase 1).

Klein (SOUZA, 2005) explica a importância dos parâmetros dos itens e a proficiência (habilidade) dos indivíduos:

Uma das propriedades importantes da TRI é o fato dos parâmetros dos itens e das proficiências dos indivíduos serem invariantes. Tanto os parâmetros dos itens obtidos de



grupos diferentes de alunos testados quanto os parâmetros de proficiência baseados em grupos diferentes de itens são invariantes, exceto pela escolha de origem e escala. Graças a estas propriedades, a TRI, associada a outros procedimentos estatísticos, permite comparar alunos, estimar a distribuição de proficiências da população e subpopulações e ainda monitorar os progressos de um sistema educacional. (SOUZA, 2005, P. 121)

Na prática, um dos procedimentos mais adotados para colocar indivíduos que façam provas diferentes em uma mesma escala é a utilização de itens comuns na provas.

Existem vários modelos que descrevem a TRI. Um deles é o Modelo Logístico de um Parâmetro, também conhecido como “The Rasch” (BAKER, 2001). A equação que define a probabilidade de acerto de um item é:

$$P_i(\theta_j) = \frac{1}{1 + \exp^{-1(\theta_j - b_i)}}$$

Onde:

$P_i(\theta_j)$  é a probabilidade de um determinado aluno com habilidade  $\theta_j$ , responder a um item 1 corretamente.

$b_i$  é o índice de dificuldade do item.

Existem modelos muito mais complexos que podem considerar uma multidimensionalidade de habilidades e estágios parciais de acerto da questão. A consideração destes modelos foge do escopo deste trabalho.

## Anexo VII

# Instalação do Ambiente do Mosaico

---

Este anexo descreve o processo de instalação do Mosaico. Com exceção do Windows, todos os outros softwares são gratuitos. O pré-requisito para a máquina de produção é que ela esteja com Windows 2003, com framework .NET 2.0 e que o serviço de IIS (Internet Information Server) esteja ativo na máquina.

### 1. Windows

O ambiente de desenvolvimento pode ser montado em Windows XP, Windows Vista ou Windows 2003.

O ambiente de produção foi montado em uma máquina virtual (Virtual Server 2005 R2 SP1 da Microsoft) com o sistema operacional Windows Server 2003.

### 2. Ruby

O Ruby pode ser baixado no site [http://rubyforge.org/frs/?group\\_id=167](http://rubyforge.org/frs/?group_id=167). Obtenha o arquivo ruby186-26.exe, que corresponde à versão 186.26 que é utilizada neste trabalho. A instalação é amigável e as opções padrão devem ser utilizadas.

### 3. Rails

Abra uma janela DOS e no *prompt* de comando digite:

```
gem install rails -v 1.2.6 --include-dependencies.
```

A opção `-v 1.2.6` é necessária para instalar a versão 1.2.6 do rails (atenção: existem dois hífen antes do include.). Se ela for omitida, será instalada a versão mais recente, que pode ter alguma incompatibilidade com o Mosaico.

O Rails trabalha com um esquema de pluralização para vincular as tabelas às suas respectivas classes. Para que o Rails faça a pluralização correta em português, é necessário inserir

o código abaixo no arquivo `environment` que fica na pasta `config` do projeto. Este código faz parte do projeto `Brazilian Rails`.<sup>13</sup>

```
# Include your application configuration below
Inflector.inflections do |inflect|
  inflect.clear

  #general rule: add "s" to the end of the word
  #casa - casas
  inflect.plural /^( [a-zA-z]* )a$/i, '\1as'
  #pe - pes
  inflect.plural /^( [a-zA-z]* )e$/i, '\1es'
  #no example
  inflect.plural /^( [a-zA-z]* )i$/i, '\1is'
  #carro - carros
  inflect.plural /^( [a-zA-z]* )o$/i, '\1os'
  #pneu - pneus
  inflect.plural /^( [a-zA-z]* )u$/i, '\1us'

  #if word ends in "r" or "z", add "es"
  #luz - luzes
  #flor - flores
  #arroz - arrozes
  inflect.plural /^( [a-zA-z]* )r$/i, '\1res'
  inflect.irregular 'user', 'users'

  inflect.plural /^( [a-zA-z]* )z$/i, '\1zes'

  #if word ends in "al", "el", "ol", "ul": trade "l" with "is"
  #farol - farois
  #hospital - hospitais
  #telemovel - telemoveis
  #pincel - pinceis
  #anzol - anzois
  inflect.plural /^( [a-zA-z]* )al$/i, '\1ais'
  inflect.plural /^( [a-zA-z]* )el$/i, '\1eis'
  inflect.plural /^( [a-zA-z]* )ol$/i, '\1ois'
  inflect.plural /^( [a-zA-z]* )ul$/i, '\1uis'

  #if word ends in "il" and has tÃ³nic accent in last syllable, trade "il" with "is"
  #cantil - cantis
  inflect.plural /^( [a-zA-z]* )il$/i, '\1is'

  #TODO
  #if word ends in "il" and has tÃ³nic accent in penultimate syllable, trade "il" with "eis"
  #no example

  #if word ends in "m", trade "m" with "ns"
  #armazem - armazens
  #portagem - portagens
  inflect.plural /^( [a-zA-z]* )m$/i, '\1ns'

  #TODO
  #if word ends in "s" and has one silable, trade "s" with "es"
  #no example
  #inflect.plural /^( [a-zA-z]* )e$/i, '\1es'
```

<sup>13</sup> <http://rubyforge.org/projects/brazilian-rails/>

*#TODO**#if word ends in "x" stays the same**#no example... professor X, maybe?**#inflect.plural /^[a-zA-z]\*x\$/i, \Ix'**#if word ends in "Ã£o", there are three ways of plural: Ã©os, Ã©es, Ã©es**#NOTE: hard to detect, so I'll use the most common case**#and then use irregular cases for the others. if someone knows of**#more cases please add to the list & mail me. thanks!*

#

*#cÃ£o - cÃ©es**#colchÃ£o - colchÃ©es**#portÃ£o - portÃ©es**#pÃ£o - pÃ©es**#alemÃ£o - alemÃ©es**#chÃ£o - ?**#pilhÃ£o - pilhÃ©es**#canhÃ£o - canhÃ©es**#bidÃ£o - bidÃ©es**#mÃ£o - mÃ©os**inflect.plural /^[a-zA-z]\*ao\$/i, \Ioes'**inflect.irregular 'cao', 'caes'**inflect.irregular 'pao', 'paes'**inflect.irregular 'mao', 'maos'**inflect.irregular 'alemao', 'alemaes'*

#####

*#singularize rules #*

#####

*#pes - pe**#carros - carro**#pneus - pneu**inflect.singular /^[a-zA-z]\*as\$/i, \Ia'**inflect.singular /^[a-zA-z]\*es\$/i, \Ie'**inflect.singular /^[a-zA-z]\*is\$/i, \Ii'**inflect.singular /^[a-zA-z]\*os\$/i, \Io'**inflect.singular /^[a-zA-z]\*us\$/i, \Iu'**#luzes - luz**#flores - flor**#arrozes - arroz**inflect.singular /^[a-zA-z]\*res\$/i, \Ir'**inflect.singular /^[a-zA-z]\*zes\$/i, \Iz'**#cantis - cantil**inflect.singular /^[a-zA-z]\*is\$/i, \Iil'**#farois - farol**#hospitais - hospital**#telemoveis - telemovel**#pinceis - pincel**#anzois - anzol**inflect.singular /^[a-zA-z]\*ais\$/i, \Ial'**inflect.singular /^[a-zA-z]\*eis\$/i, \Iel'**inflect.singular /^[a-zA-z]\*ois\$/i, \Iol'**inflect.singular /^[a-zA-z]\*uis\$/i, \Iul'**#armazens - armazem**#portagens - portagem*

```

inflect.singular /^[a-zA-z]*ns$/i, \1m'

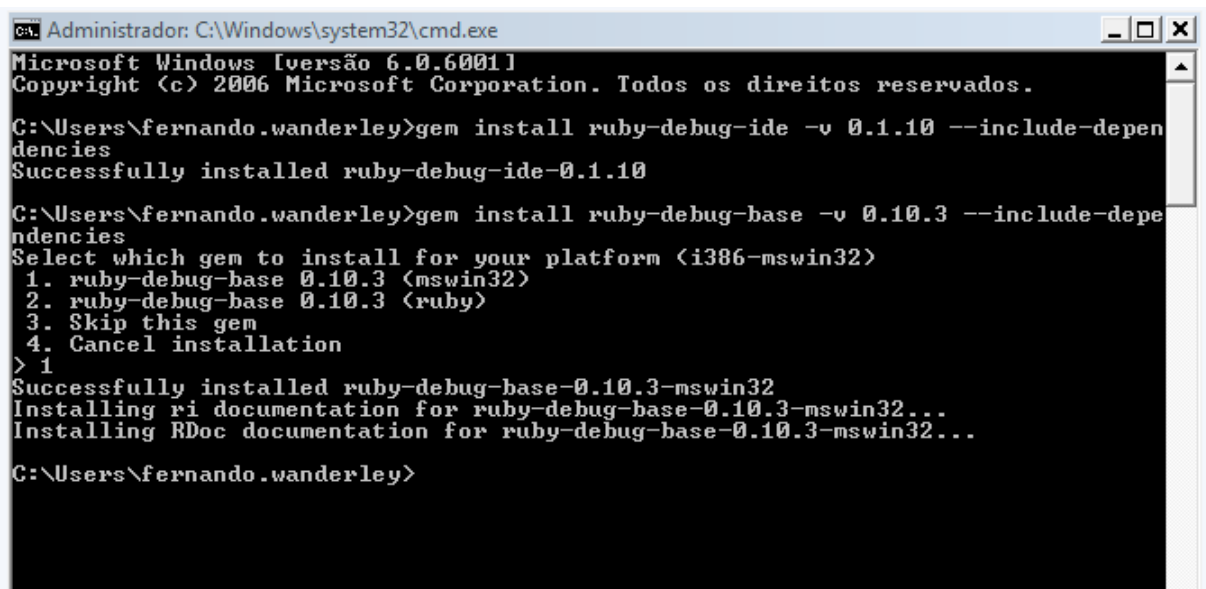
#cães - cães
#colchões - colchões
#portões - portões
#pães - pães
#alemes - alemes
inflect.singular /^[a-zA-z]*oes$/i, \1ao'
inflect.singular /^[a-zA-z]*aes$/i, \1ao'
inflect.singular /^[a-zA-z]*aos$/i, \1ao'

# inflect.plural /^(ox)$/i, \1en'
# inflect.singular /^(ox)en/i, \1'
# inflect.irregular 'person', 'people'
# inflect.uncountable %w( fish sheep )

```

#### 4. Netbeans

Netbeans é a IDE utilizada para o desenvolvimento do Mosaico. Ela pode ser obtida gratuitamente no site <http://download.netbeans.org/netbeans/6.0/final/>. Ao fazer a instalação, selecione a distribuição Ruby. A instalação é muito simples, selecione as opções padrão. A versão usada neste trabalho é a 6.0.1. Antes de fazer a instalação do Netbeans, é necessário instalar o Java Development Kit (JDK), que pode ser obtido na mesma página.



```

ca. Administrador: C:\Windows\system32\cmd.exe
Microsoft Windows [versão 6.0.6001]
Copyright (c) 2006 Microsoft Corporation. Todos os direitos reservados.

C:\Users\fernando.wanderley>gem install ruby-debug-ide -v 0.1.10 --include-dependencies
Successfully installed ruby-debug-ide-0.1.10

C:\Users\fernando.wanderley>gem install ruby-debug-base -v 0.10.3 --include-dependencies
Select which gem to install for your platform (i386-mswin32)
 1. ruby-debug-base 0.10.3 <mswin32>
 2. ruby-debug-base 0.10.3 <ruby>
 3. Skip this gem
 4. Cancel installation
> 1
Successfully installed ruby-debug-base-0.10.3-mswin32
Installing ri documentation for ruby-debug-base-0.10.3-mswin32...
Installing RDoc documentation for ruby-debug-base-0.10.3-mswin32...

C:\Users\fernando.wanderley>

```

Figura 9.10 Instalação do Ruby  
Fonte: Elaboração do autor.

#### 5. R

O R é o software estatístico utilizado pelo módulo de estatísticas do Mosaico, o Mosaico-Stat. Ele pode ser obtido em <http://www.r-project.org/>. A versão utilizada neste trabalho é a

2.8.1. Utilize as opções padrão de instalação. Após a instalação, é necessário colocar o caminho do diretório BIN do R no path do Windows.

Após a instalação do R, instale o pacote psychometric através da opção Pacotes do menu do R.

## 6. MySQL

O Banco de dados utilizado pelo Mosaico é o MySQL. Ele pode ser baixado do site [www.mysql.com](http://www.mysql.com). A instalação deve ser feita usando as opções padrão. No mesmo site, pode ser baixada uma interface amigável para gerenciar o MySQL. A versão utilizada no Mosaico é a 5.1.

## 7. MySQL Workbench

A versão 5.1, utilizada no Mosaico, pode ser baixada em <http://dev.mysql.com/downloads/workbench/5.1.html>.

## 8. Mongrel 1.1.5

Abra uma janela DOS e no *prompt* de comando digite:

```
Gem install mongrel
```

```
Na primeira tela, selecione mongrel 1.1.5 (x86-mswin32-60)
```

```
Install required dependency gem_plugin? Responda N
```

```
Install required dependency_daemons? Responda N
```

```
Install required dependency_fastthread? Responda N
```

```
Escolha a opção X86-mswin32-60
```

É possível definir o Mongrel como um serviço do Windows. Isso evita ter de deixar uma janela do DOS aberta e não será mais necessário iniciar o serviço manualmente quando o servidor for reiniciado. Considerando que o Ruby, o Rails e o Mongrel estejam perfeitamente instalados e funcionando no seu sistema, faça o seguinte em um console do DOS:

```
mongrel_rails service::install -N NomeDaAplicacao -c c:\caminho\para\raiz\da\aplicação -p 81  
-e production
```

- -N: Nome da aplicação que aparecerá no console de Serviços do Windows

- -c: Caminho completo para a raiz da sua aplicação Rails (a pasta que contém as pastas app, config etc.).
- -p: Porta onde o Mongrel vai atender às requisições para a sua aplicação.
- -e: Ambiente (*environment*) no qual a sua aplicação vai rodar (pode ser *production* ou *development*).

Exemplo:

```
mongrel_rails service::install -N mosaico -c c:\workrails\mosaico-stat -p 8081 -b -e  
production
```

## Anexo VIII

### Exemplo de Carta de Apresentação

---

**Prezado(a) Profissional de TI,**

Solicitamos de Vossa Senhoria o preenchimento do questionário em anexo, visando a coletar dados referentes à pesquisa de avaliação da percepção da ética entre os profissionais de Tecnologia da Informação em empresas da cidade do Rio de Janeiro.

Com os dados coletados, faremos uma interpretação para traçarmos um ou mais perfis da percepção da ética em nossa área de trabalho. Esta pesquisa faz parte da disciplina de Metodologia da Pesquisa Educacional do Curso de Pós-Graduação Stricto Sensu em Informática do NCE/IM/UFRJ, ministrada pelo Prof. Ph.D. Cicrano da Silva.

Sabemos de antemão que as questões envolvem situações profissionais e pessoais, cobrindo vários aspectos éticos. Devido a este fato, estamos garantindo total confidencialidade dos dados respondidos. Nosso questionário não faz nenhum armazenamento de dados de identificação e sequer pergunta informações deste tipo, de forma a proporcionarmos a Vossa Senhoria total tranquilidade no preenchimento para buscar o cenário real de vossa experiência profissional.

O resultado final da pesquisa poderá ser enviado a Vossa Senhoria se solicitado. Exatamente por isso, esperamos contar com a sua valiosa colaboração e antecipamos os nossos mais sinceros agradecimentos.

Atenciosamente,

Fulano de Tal