



Universidade do Estado do Rio de Janeiro

Centro de Biomédico

Instituto de Medicina Social

Carlos Eduardo Raymundo

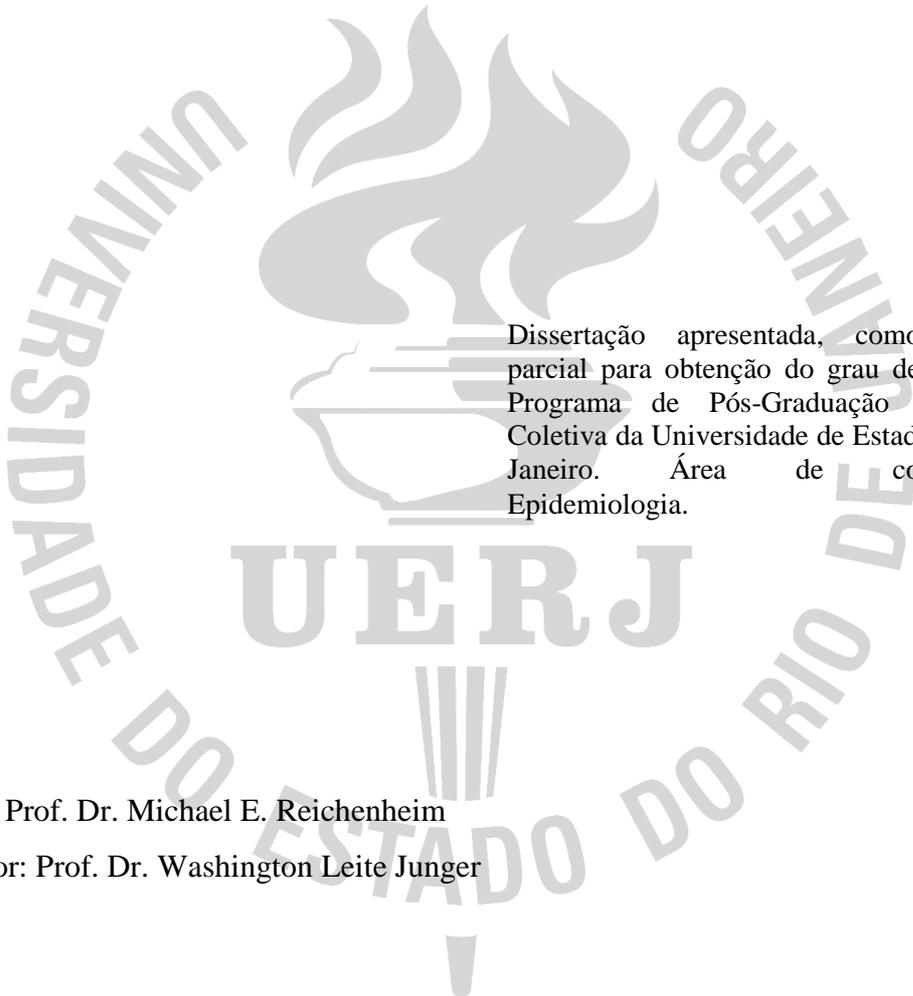
**Desenvolvimento de material instrucional com enfoque construtivista
para cursos de bioestatística aplicada à análise
epidemiológica usando R**

Rio de Janeiro

2009

Carlos Eduardo Raymundo

**Desenvolvimento de material instrucional com enfoque construtivista
para cursos de bioestatística aplicada à análise epidemiológica usando R**



Dissertação apresentada, como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre ao Programa de Pós-Graduação em Saúde Coletiva da Universidade de Estado do Rio de Janeiro. Área de concentração: Epidemiologia.

Orientador: Prof. Dr. Michael E. Reichenheim

Coorientador: Prof. Dr. Washington Leite Junger

Rio de Janeiro

2009

CATALOGAÇÃO NA FONTE
UERJ / REDE SIRIUS / BIBLIOTECA CB/C

R273 Raymundo, Carlos Eduardo.

Desenvolvimento de material instrucional com enfoque construtivista para cursos de bioestatística aplicada à análise epidemiológica usando R / Carlos Eduardo Raymundo. – 2009.
85f.

Orientador: Michael E. Reichenheim.

Coorientador: Washington Leite Junger.

Dissertação (mestrado) – Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Instituto de Medicina Social.

1. Epidemiologia – Estudo e ensino – Teses. 2. Estatística – Análise – Teses. 3. Material didático – Teses. 4. Software livre – Teses. 5. Epidemiologia e bioestatística. I. Reichenheim, Michael Eduardo. II. Junger, Washington Leite. III. Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Instituto de Medicina Social. III. Título.

CDU 616-036.22(07)

Autorizo, apenas para fins acadêmicos e científicos, a reprodução total ou parcial desta dissertação, desde que citada a fonte.

Assinatura

Data

Carlos Eduardo Raymundo

**Desenvolvimento de material instrucional com enfoque construtivista
para cursos de bioestatística aplicada à análise epidemiológica usando R**

Dissertação apresentada, como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre ao Programa de Pós-Graduação em Saúde Coletiva da Universidade de Estado do Rio de Janeiro. Área de concentração: Epidemiologia.

Aprovada em 06 de março de 2009.

Prof. Dr. Washington Leite Junger
Instituto de Medicina Social – UERJ

Banca Examinadora:

Prof. Dr. Michael E. Reichenheim (Orientador)
Instituto de Medicina Social – UERJ

Prof.^a Dra. Cláudia Leite de Moraes
Instituto de Medicina Social – UERJ

Prof.^a Dra. Adriana Cavalcanti Aguiar
Instituto de Medicina Social – UERJ

Prof.^a Dra. Oswaldo Gonçalves Cruz
Programa de Computação Científica – FIOCRUZ

Rio de Janeiro

2009

DEDICATÓRIA

À minha mãe Maria de Fátima, pela mulher batalhadora que mesmo sendo um pouco contrária aos meus ideais dedicou seu tempo para rezar por mim.

AGRADECIMENTO

Ao Michael E. Reichenheim pela experiência, pela paciência ao ensinar, pela compreensão e incentivo nos momentos difíceis, pelas críticas sutis e construtivas, pela orientação cuidadosa e minuciosa.

Ao Washington Leite Junger, pela co-orientação do meu trabalho, pelas dicas em programação.

Ao professor Antônio Carlos Ponce de Leon, pelo carinho e paciência com todos os alunos.

À Cláudia Leite Moraes, pelas palavras simples e singelas e pelas críticas construtivas.

À Adriana Aguiar, pelos ensinamentos no campo da educação e sua ajuda incondicional e cuidadosa sempre que solicitada.

Aos funcionários do IMS, pelo acolhimento, companheirismo e carinho que sempre tiveram comigo.

Aos professores Eduardo Faerstein, Cláudia Lopes, Guilherme Werneck e Dora Chor por terem acreditado no meu potencial como analista de banco de dados.

À equipe do Pró-Saúde, por terem me proporcionado bons momentos de atividades de trabalho no ramo da informática.

Aos colegas de turma de mestrado e doutorado, pelo carinho, amizade e união da nossa turma.

RESUMO

RAYMUNDO, Carlos Eduardo. *Desenvolvimento de material instrucional com enfoque construtivista para cursos de bioestatística aplicada à análise epidemiológica usando R*. 2009. 85 f. Dissertação (Mestrado em Saúde Coletiva) - Instituto de Medicina Social, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2009.

Os recentes avanços tecnológicos fizeram aumentar o nível de qualificação do pesquisador em epidemiologia. A importância do papel estratégico da educação não pode ser ignorada. Todavia, a Associação Brasileira de Pós-graduação em Saúde Coletiva (ABRASCO), no seu último plano diretor (2005-2009), aponta uma pequena valorização na produção de material didático-pedagógico e, ainda, a falta de uma política de desenvolvimento e utilização de *software* livre no ensino da epidemiologia. É oportuno, portanto, investir em uma perspectiva relacional, na linha do que a corrente construtivista propõe, uma vez que esta teoria tem sido reconhecida como a mais adequada no desenvolvimento de materiais didáticos informatizados. Neste sentido, promover cursos interativos e, no bojo destes, desenvolver material didático conexo é oportuno e proffcuo. No âmbito da questão política de desenvolvimento e utilização de *software* livre no ensino da epidemiologia, particularmente em estatística aplicada, o R tem se mostrado um *software* de interesse emergente. Ademais, não só porque evita possíveis penalizações por utilização de *software* comercial sem licença, mas também porque o franco acesso aos códigos e programação o torna uma ferramenta excelente para a elaboração de material didático em forma de hiperdocumentos, importantes alicerces para uma tão desejada interação docente-discente em sala de aula. O principal objetivo é desenvolver material didático em R para os cursos de bioestatística aplicada à análise epidemiológica. Devido a não implementação de certas funções estatísticas no R, também foi incluída a programação de funções adicionais. Os cursos empregados no desenvolvimento desse material fundamentaram-se nas disciplinas “Uma introdução à Plataforma R para Modelagem Estatística de Dados” e “Instrumento de Aferição em Epidemiologia I: Teoria Clássica de Medidas (Análise)” vinculadas ao departamento de Epidemiologia, Instituto de Medicina Social (IMS) da Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ). A base teórico-pedagógica foi definida a partir dos princípios construtivistas, na qual o indivíduo é agente ativo e crítico de seu próprio conhecimento, construindo significados a partir de experiências próprias. E, à ótica construtivista, seguiu-se a metodologia de ensino da problematização, abrangendo problemas oriundos de situações reais e sistematizados por escrito. Já os métodos computacionais foram baseados nas Novas Tecnologias da Informação e Comunicação (NTIC). As NTIC’s exploram a busca pela consolidação de currículos mais flexíveis, adaptados às características diferenciadas de aprendizagem dos alunos. A implementação das NTIC’s foi feita através de hipertexto, que é uma estrutura de textos interligados por nós ou vínculos (*links*), formando uma rede de informações relacionadas. Durante a concepção do material didático, foram realizadas mudanças na interface básica do sistema de ajuda do R para garantir a interatividade aluno-material. O próprio instrutivo é composto por blocos, que incentivam a discussão e a troca de informações entre professor e alunos.

Palavras-chave: Construtivismo. Ensino em epidemiologia. Análise estatística. R. Material didático.

ABSTRACT

Recent technological advances implied in an increase on the qualification level of researchers in epidemiology. The importance of the strategic role of education cannot be underestimated. However, the Brazilian Association of Post-graduation in Public Health, in its latest master plan (2005-2009), indicates small valorization of the development of didactic-pedagogical material as well as the lack of policies for production and use of free software for epidemiology teaching. It is timely, therefore, to invest in a relational perspective based on a constructivism approach, since this theory has been considered the most adequate on developing electronic didactic materials. Thus, it is also opportune and useful to promote interactive courses and develop related didactic materials. Regarding of policies for development and use of free software for epidemiology teaching, especially in applied statistics, R software has been of an emerging interest, not only because it avoid possible penalties for using non-licensed commercial software, but also because its free access to source code and programming makes it an excellent tool to create didactic material as hypertext, important pillar for a so desired docent-student interaction in classroom. The main proposal is to develop didactic material in R for biostatistics courses applied to epidemiology. Due to the lack of some statistic functions in the software, programming of additional functions was also considered. The courses used on the development of these materials were based on the subject “An Introduction to R Platform for Data Statistic Modeling” and “Measurement Instrument in Epidemiology I: Classic Theory of Measures (Analysis)” offered by the Department of Epidemiology of the Institute of Social Medicine of the State University of Rio de Janeiro. The theoretic-pedagogic basis was defined upon the principles of constructivism, in which the individual is an active and critical agent of his own knowledge, constructing meanings from his own experiences. And to the constructivism followed the case based learning methodology constituted by real fact problems. The computational methods were based on the New Technologies of Information and Communication (NTIC). The NTICs explore the search for the consolidation of more flexible subjects, adapted to the very characteristics of the student’s learning. The implementation of the NTICs was made through hypertext, which is structure of texts associated by links, making up a net of related information. During the conception of the didactic material, changes were made in the basic interface of the help system of R to guarantee student-material interactivity. The instructional is composed by parts, so that it can provide discussion and information exchange between docent and student.

Keywords: Constructivism. Teaching in epidemiology. Statistics analysis. R. Didactic material.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Quadro 1	Comparação entre as principais correntes pedagógicas, segundo as categorias de análise metodologia, ensino-aprendizagem e (relação) professor-aluno.....	27
Figura 1	Exemplo de um arquivo HTML original do R.....	48
Figura 2	Rd da função <i>getwd</i> do pacote <i>base</i>	50
Figura 3	HTML da função <i>getwd</i> do pacote <i>base</i>	51
Figura 4	Fluxograma de desenvolvimento	52
Figura 5	<i>Layout</i> da interface gráfica e representação do material didático (parte 1) .	53
Figura 6	<i>Layout</i> da interface gráfica e representação do material didático (parte 2) .	54
Figura 7	Instalação do pacote contendo o material didático de um curso.....	57
Figura 8	Tela principal do curso de “Apresentação do R”.....	58
Figura 9	Tela principal do curso de “Aferição”	58
Figura 10	Página de demonstrativo do curso de “Aferição”	59
Figura 11	Prompt de comando.....	82
Figura 12	Variáveis de ambiente.....	83
Figura 13	Variáveis do sistema	84
Figura 14	Variáveis de sistema.....	84
Tabela 1	Novas funcionalidades do R.....	85

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABRASCO	–	Associação Brasileira de Pós-Graduação em Saúde Coletiva
CAPES	–	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
CHM	–	Arquivo de ajuda compilado do Windows
GIF	–	Graphics Interchange Format
HTML	–	Hypertext Mark-up Language
IMS	–	Instituto de Medicina Social
JPEG	–	Joint Photographic Experts Group
MEC	–	Ministério da Educação
NTIC	–	Novas Tecnologias da Informação e Comunicação
PDF	–	Portable Document File
PIEVF	–	Programa de Investigação Epidemiológica em Violência Familiar
TAR	–	Formato de arquivo compactado para Linux
TIFF	–	Tagged Image File Format
UERJ	–	Universidade do Estado do Rio de Janeiro
ZIP	–	Formato de arquivo compactado para Windows

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO	14
INTRODUÇÃO	18
1.1 Contexto de ensino-aprendizagem	20
1.2 Teorias de aprendizagem	22
1.2.1 <u>Humanismo</u>	23
1.2.2 <u>Comportamentalismo</u>	24
1.2.3 <u>Abordagem Político-Social</u>	25
1.2.4 <u>Construtivismo</u>	26
1.3 Resumo sobre as tendências pedagógicas	26
1.4 Princípios fundamentais do construtivismo	29
1.4.1 <u>Aprendizagem significativa</u>	29
1.4.2 <u>Teoria da Flexibilidade Cognitiva</u>	31
1.5 Estratégias construtivistas	33
1.5.1 <u>Problematização</u>	33
1.5.2 <u>Aprendizagem baseada em problemas</u>	34
1.6 Novas tecnologias da informação e da comunicação (NTIC)	36
1.6.1 <u>Hipertexto, hipermídia e hiperdocumento</u>	37
2 JUSTIFICATIVA E OBJETIVOS	39
2.1 Justificativa	39
2.2 Objetivo principal	40
2.3 Objetivos específicos	40
3 MÉTODOS	41
3.1 Princípios pedagógicos para o desenvolvimento de tecnologias educacionais	41
3.2 Cenários de operacionalização dos cursos	41

3.2.1	<u>Cenário do “Curso de Apresentação do R”</u>	42
3.2.2	<u>Dinâmica do “Curso de Aferição”</u>	43
3.3	Métodos computacionais	44
3.3.1	<u>Princípios para elaboração de um hiperdocumento</u>	45
3.3.2	<u>Programação de hiperdocumentos em R para construção do material instrucional</u>	47
3.4	Fluxograma de desenvolvimento computacional	51
4	RESULTADOS	56
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	61
	REFERÊNCIAS	69
	Anexo A – Programa do Curso de “Apresentação do R”	74
	Anexo B – Programa do Curso de “Aferição”	76
	Anexo C – Manual de documentação operacional	81
C.1.1	Programas necessários para instalação de um pacote	81
C.1.2	Configuração dos programas	82
C.1.3	Roteiro de adaptações do <i>software</i>	84

Apresentação

Esta dissertação de Mestrado se insere no contexto do Programa de Investigação Epidemiológica em Violência Familiar (PIEVF). As atividades do PIEVF compreendem essencialmente seis enfoques. Cinco concernem atividades de pesquisa e um está voltado para o ensino. No âmbito das pesquisas, são estes (a) os estudos sobre avaliações de magnitude e caracterização da violência familiar em nível populacional; (b) avaliações de violência familiar no âmbito dos serviços de saúde; (c) violência familiar como fator de propensão a efeitos deletérios à saúde mulher e da criança; (d) os estudos de implantação e avaliação dos sistemas de informação da violência contra a criança e contra a mulher; e (e) os estudos metodológicos conexos. Em relação ao último enfoque, especial ênfase tem sido dada ao processo de adaptação transcultural de instrumentos de coleta de dados no âmbito da própria violência familiar e domínios afins, e no desenvolvimento de programas e rotinas (*software*) de análise de dados. A vertente voltada para o ensino envolve a oferta de disciplinas na área de epidemiologia das violências e a produção de material didático em meio digital.

A pesquisa se insere na última vertente e abrange a produção de material didático em meio digital. O projeto surgiu com o propósito de padronização dos cursos de bioestatística e epidemiologia aplicada do Programa de Pós-Graduação em Saúde Coletiva (PGSC) do Instituto de Medicina Social (IMS) da Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ), tornando-os mais dinâmicos e interativos para os alunos. Como ponto de partida foi desenvolvido o material instrucional do “curso de Aferição”¹ do IMS (Reichenheim, 2008) baseado nos arquivos de ajuda do programa estatístico Stata (StataCorp, 2005).

Embora o Stata seja um pacote estatístico robusto, bem aceito pela comunidade acadêmica em geral e ter um bom potencial para programação de rotinas estatísticas, suas

¹ Disciplina “Instrumentos de Aferição em Epidemiologia I: Teoria Clássica de Medidas (Análise)” do IMS/UERJ

funcionalidades na criação de documentos são limitadas. Por exemplo, os textos não aceitam formatação de tamanho e cor, não há suporte para figuras e seus arquivos só podem ser acessados a partir do próprio programa.

Além dessas limitações, o Stata é um programa comercial e com custo financeiro relativamente alto. Portanto, o departamento de Epidemiologia do IMS apontou para a necessidade de adotar o *software* livre R (R Development Core Team, 2007a) nas suas disciplinas de bioestatística e pretende adotá-lo também naquelas de epidemiologia aplicada. A utilização desse programa computacional tornou-se uma tendência nos últimos anos, não só em saúde coletiva, mas em diversas áreas, pois esse *software* tem módulos expansíveis para vários temas, dentre estes, a epidemiologia. Ademais, R não é somente um pacote estatístico, mas um ambiente de programação. Essa característica, somada a disponibilidade do código-fonte do programa, permite modificá-lo e adequá-lo as mais diversas finalidades, entre as quais o mecanismo de gerenciamento e produção de material didático.

E para garantir a interatividade entre professor-aluno e aluno-aluno, subjacente ao material instrucional produzido, encontra-se a abordagem teórica de ensino baseada nos pressupostos construtivistas. Essa teoria fundamenta-se nas idéias de construção de significados e definição da representação da realidade por parte do próprio indivíduo.

Os produtos dessa dissertação serão materiais instrucionais desenvolvidos em R para os cursos de bioestatística aplicada à análise epidemiológica. Assim, os dois primeiros cursos que comportarão os enfoques construtivistas serão o “curso introdutório sobre a plataforma R”² e o “curso de Aferição”. Este último será baseado no material disponível em Stata, contando com possíveis adaptações e expansões das funcionalidades gráficas e de conteúdo para R.

² Disciplina “Uma introdução à Plataforma R para Modelagem Estatística de Dados” do IMS/UERJ

Este documento está estruturado 5 partes. A Parte 1 diz respeito sobre a introdução desta Dissertação e aborda questões sobre a importância da utilização de material didático/pedagógico nos cursos de pós-graduação em epidemiologia, bem como da utilização do R como ferramenta educacional. A subseção 1.1 destaca-se a necessidade de desenvolver documentos instrucionais dinâmicos e interativos que estimulem a troca de conhecimentos entre professor e aluno. Seguindo essa concepção pedagógica, as subseções 1.2 e 1.3 apresentam algumas tendências pedagógicas aplicáveis ao processo educativo de elaboração desse material didático e um resumo delimitando o processo de escolha da abordagem pedagógica mais aplicável no contexto da Dissertação.

Entendendo-se a proposta pedagógica mais vantajosa para um aprendizado dinâmico e interativo que se pretende implementar nos referidos cursos e, em cujo bojo o material em R é um dos elementos centrais (como será visto), optou-se pela abordagem construtivista. Assim, na subseção 1.4, mencionam-se princípios fundamentais do construtivismo, necessários para o desenvolvimento de materiais educativos. A subseção 1.5 apresenta metodologias de ensino que empregam estes princípios construtivistas. A seção 1.6 define conceitos relativos às “Novas Tecnologias da Informação e Comunicação” (NTIC), que são tecnologias e ferramentas computacionais que permitem implementar os princípios e as estratégias construtivistas. A seção 2.7 aponta as principais justificativas para elaboração dessa Dissertação.

A Parte 2 abrange os objetivos desse trabalho, definidos em objetivo geral na subseção 3.1 são definidos o e os objetivos específicos na subseção 3.2. Na Parte 3 são descritos os métodos, primeiramente do ponto de vista pedagógico (subseção 4.1), enfocando o cenário de operacionalização dos cursos (seção 4.2) e depois a seção 4.3 apresenta os métodos computacionais. A seção 4.4 mostra o fluxograma das etapas de desenvolvimento do material.

A Parte 4 apresenta os resultados que, neste caso, são exemplos de algumas telas do material didático desenvolvido. Na Parte 5 são levantadas algumas questões para discussão sobre possíveis limitações do *software* desenvolvido, traça caminhos indicando a que pontos a utilização desse material didático pode chegar e define possíveis fontes e formas para divulgação do instrutivo.

A última seção do corpo da Dissertação contempla as referências bibliográficas (seção 7) e por último são apresentados os anexos que abrangem a ementa dos dois cursos desenvolvidos e o manual de documentação operacional.

1 Introdução

O avanço nas tecnologias da informação e comunicação está provocando diversas transformações na geração, no acesso e na disseminação de dados epidemiológicos. Essa acelerada produção de conhecimento vem dificultando à comunidade acadêmica em se adequar a esse novo enfoque. Os adventos tecnológicos passaram a promover modificações importantes na estrutura organizacional da sociedade, tornando necessária a adequação dos profissionais às novas exigências do setor saúde (Cardoso et al., 2008).

Nesse recente cenário, a formação de epidemiologistas exigiu um maior nível de qualificação, refletindo-se na expansão de cursos de pós-graduação do País. Segundo Guimarães et al. (2001) houve um crescimento considerável no número de grupos de pesquisa em saúde coletiva no decorrer da década de 90. Conforme os dados do diretório do CNPq em 2000, a saúde coletiva ocupa a oitava posição em número de grupos de pesquisa dentre todas as áreas do conhecimento. No último censo em 2006, a saúde coletiva passou a ocupar a sexta colocação, sendo que na grande área da saúde coletiva, a epidemiologia é a que possui maior número de grupos de pesquisa (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq, 2006).

Nesse sentido, é importante considerar o papel estratégico da educação. É necessário haver integração e equilíbrio entre as perspectivas teóricas, ferramentas metodológicas e experiências profissionais. Há, ainda, necessidade de promover intercâmbio entre alunos e professores dos programas de pós-graduação *stricto sensu* no país e investir em novas metodologias de ensino para solidificar a formação de pesquisadores a fim de alcançar as características desejadas (Barata, 2006).

Diante desse contexto de mudanças no ensino da epidemiologia, a Associação Brasileira de Pós-Graduação em Saúde Coletiva (ABRASCO) tem proposto planos diretores quinquenais para o desenvolvimento da epidemiologia no Brasil. No momento, está em vigor

“IV Plano Diretor para o Desenvolvimento da Epidemiologia no Brasil” (2005-2009). Esses planos identificam problemas e propõe ações em três grandes áreas: ensino, pesquisa e serviços (Barreto, 2002).

No campo do ensino, a quarta versão do Plano destaca alguns problemas, dentre os quais: (a) a pouca valorização da atividade docente e da produção acadêmica para propósito didático no sistema de avaliação da CAPES/MEC; (b) a inadequação de métodos pedagógicos e de recursos instrucionais para atender ao perfil do novo aluno e da tecnologia de informação e comunicação disponível; (c) a insuficiente articulação entre os programas de pós-graduação do País, com vista a promover troca de experiências entre docentes e alunos de diferentes cursos; e (d) a falta de uma política definida de *software* priorizando o desenvolvimento, aprimoramento e uso de *software* livre no ensino da Epidemiologia em todos os níveis de formação (ABRASCO, 2005).

Conforme mencionado no último tópico do Plano Diretor, ainda não existe uma política brasileira de utilização de *software* livre ou de código aberto para o ensino da epidemiologia. Na área de epidemiologia, R (R Development Core Team, 2007a) é um *software* livre que tem tido grande apelo para análise estatística de dados, principalmente análises mais complexas. Ademais, através da modificação do seu código-fonte é possível desenvolver materiais didáticos com esse programa.

Tendo em vista todas as dificuldades apontadas pela quarta versão do plano diretor e considerando a situação atual do ensino em epidemiologia no Brasil, destaca-se na próxima subseção um panorama atual das relações entre professores e alunos, além da apresentação dos recursos tecnológicos inseridos nesse cenário.

1.1 Contexto de ensino-aprendizagem

De acordo com uma proposta de ensino tradicional em sala de aula, as ações ficam centradas na exposição de conhecimentos pelo professor (Pereira, 2003). Ele é visto como organizador dos conteúdos e estratégias de ensino. É também o indivíduo que determina a sequência da exposição oral de conteúdos, bem como propõe os exercícios e trabalhos para os alunos. Esse método de ensino-aprendizagem pode até ser válido para a educação básica na qual os alunos não têm uma visão completa da realidade que os cercam. Entretanto, no nível superior, o professor deve compreender que cada aluno traz uma bagagem de experiências idiossincráticas influenciando o processo de construção do seu conhecimento. Essa idéia pode ser reforçada quando o aluno, oriundo das mais diversas áreas do conhecimento, se insere em um programa de pós-graduação *stricto sensu* e multidisciplinar como a área de epidemiologia. Conforme Struchiner & Ricciardi (2003), é preciso haver uma conscientização entre os docentes para que possam ocorrer mudanças nas práticas de ensino, deixando-o mais dinâmico e interativo através de problemas reais e conteúdos relevantes. Isso desperta no alunado a curiosidade e o desenvolvimento livre e espontâneo.

Nessa perspectiva de ensino, o professor passa a exercer um outro papel, o de facilitador ou tutor³, incentivando os alunos no processo de vinculação de novas idéias e conceitos com o conhecimento pré-existente (Monken, 2003). Partindo desse pressuposto, Struchiner et al. (2002) apontam cinco qualidades indispensáveis ao tutor ou orientador: (a) possuir clara concepção de aprendizagem através do seu conhecimento e experiência; (b) estabelecer relações empáticas com seus interlocutores; (c) fazer a ligação entre a instituição e o aluno; (d) constituir forte instância de personalização, ou seja, conhecer os alunos suficientemente para apoiar cada um em suas necessidades pessoais de aprendizagem; e (e) facilitar a construção do saber através da reflexão e do intercâmbio de informações.

³ Tutor é um profissional designado para acompanhar outros alunos na orientação do cotidiano acadêmico (pode ser um professor ou mesmo um outro aluno).

Constata-se, a necessidade de uma revisão dos métodos tradicionais comumente utilizados em aulas teórico-expositivas. Ocorre que o professor tem a missão de transmitir uma grande quantidade de informações e conceitos, especificamente em epidemiologia, a qual tem o desafio de aproximar alunos graduados nos mais diferentes cursos a um mesmo nível de conhecimento. Os ambientes informatizados se prestam a auxiliar o docente na tarefa de ensino. Estes são exemplos de possibilidades de integração e interação de alunos porque não disponibilizam somente informações audiovisuais, mas também podem permitir a criação de cenários reprodutores de situações reais. Assim sendo, há necessidade de desenvolver e colocar novas ferramentas computacionais à disposição do conhecimento, com vistas à viabilização de mudanças necessárias na prática docente e formação acadêmica e profissional dos alunos (Struchiner & Ricciardi, 2003). Entretanto, mesmo sendo importante, sabe-se que as ferramentas computacionais não são o cerne do processo educativo, mas necessitam estar aninhados e adequados a algum projeto pedagógico, para que, no conjunto, contribuam à promoção de mudanças no processo de ensino-aprendizagem.

A partir da década de 80, aumentaram significativamente os esforços para construir teorias de aprendizagem abarcando uma estrutura sistemática de princípios e conceitos inseridos no processo educacional. No começo, as evidências dirigiam-se basicamente para o processo instrutivo de ensino passivo. Atualmente o processo de ensino pode ser compreendido através da relação professor aluno e material (Trainotti, 2001).

Visando oferecer um referencial para análise crítica das tendências pedagógicas, a seguir são apresentadas algumas propostas de teorias de aprendizagem baseadas na literatura e que têm influenciado a prática pedagógica e educacional.

1.2 Teorias de aprendizagem

Segundo Vygotsky a aprendizagem “*É o processo pelo qual o indivíduo adquire informações, habilidades, atitudes, valores (...) a partir de seu contato com a realidade, o meio ambiente e outras pessoas*” (Oliveira, 1993). Entretanto, esta definição, bem como outras, são consideradas perspectivas relacionadas com a visão de homem, sociedade e saber. De acordo com a Pedagogia Tradicional, na qual o professor é o emissor de conhecimentos e o aluno receptor, a aprendizagem é a apropriação de um conhecimento ou informação a partir da modificação sistemática de um comportamento, por efeito da prática ou da experiência. O conhecimento emerge dos alunos mediante a aprendizagem e esta surge perante as práticas de ensino. Grohmann (2004) propõe que a aprendizagem deva ocorrer em qualquer relacionamento interpessoal, servindo como um processo auto-regulador de modelos pessoais de mundo onde os indivíduos constroem novas representações e modelos da realidade. Aprender torna-se uma necessidade de sobrevivência e o conhecimento é a forma de existência de um organismo, que após ser integrado a estrutura cognitiva e complexa do ser humano promove mudanças nessa estrutura ampliando-a ou reorganizando-a. É dessa interação que aparece a aprendizagem (Assmann, 1997). Mas o processo de interação não ocorre de “fora” para “dentro”, conforme caracterizado pela perspectiva da Pedagogia Tradicional. A dualidade entre transmissor/receptor dá lugar a um processo mais dinâmico, incluindo a percepção do aluno nesse cenário. A percepção é um fenômeno de dois caminhos: de “fora para dentro” e de “dentro para fora”. Há sempre uma negociação mental ao adquirir um conhecimento. Assim, a definição de aprendizagem passa a ser expandida, pressupondo análise, comparação e associação com o já conhecido, e predisposição à negociação e à interação com o novo conhecido (Santos, 2005).

Essas mudanças significam também alterações nos métodos de ensino (didática), que devem estar justapostos às práticas pedagógicas. Monken (2003) discute a necessidade da

didática estar contida em alguma teoria de aprendizagem. O autor também apresenta dois grandes grupos de enfoques didáticos. O primeiro é o associativo ou de condicionamento, compreendendo a aprendizagem como processo mecânico e repetitivo, baseado em estímulos e respostas determinados por condições externas. O segundo, denominado de mediatizador, constitui-se em um processo de compreensão das relações pelo indivíduo, na qual a aprendizagem pouco intervém nas particularidades da estrutura interna do sujeito, em que as condições externas atuam mediadas pelas condições internas.

Struchiner & Giannella (2005) procuraram organizar as principais tendências pedagógicas e as teorias do processo de ensino-aprendizagem. Cada teoria pedagógica tende a priorizar um aspecto inerente ao processo educativo. Devido à complexidade em descrever essas teorias, fuge ao cerne desta Dissertação oferecer um quadro exaustivo. Ainda assim, é preciso apresentar um referencial para uma análise crítica dessas tendências pedagógicas. Nessa exposição são destacados os seguintes elementos de análise: (a) elemento metodológico; (b) elemento de ensino-aprendizagem; (c) elemento professor-aluno. As principais abordagens pedagógicas que influenciam a prática pedagógica são: (a) humanismo; (b) comportamentalismo; (c) político-social; (d) construtivismo. Após a apresentação das abordagens, apresenta-se um quadro consolidado dos elementos de análise comparando as quatro tendências, seguido de uma descrição que guiará o processo de escolha da abordagem mais próxima da concepção pedagógica e operacional do material didático que é enfocada na Dissertação.

1.2.1 Humanismo

Essa teoria tem como base principalmente o trabalho de Carl Rogers (1902-1987). Segundo o autor, não é possível uma pessoa passar conhecimento diretamente à outra, mas

sim, a verdade que as pessoas desejam ou querem aprender é captada e assimilada pela experiência pessoal (Ferrari, 2004).

Essa teoria considera que o indivíduo deve buscar o auto-conhecimento a partir de experiências puramente pessoais, se auto-avaliando e selecionando objetivos e métodos de aprendizagem de sua preferência. Nesse cenário, o professor apenas cria situações que facilitem a auto-aprendizagem, depositando no aluno uma confiança incondicional e deixando em segundo plano as estratégias, métodos e técnicas de ensino.

Apesar das idéias de Rogers terem sido fundamentais para o desenvolvimento da auto-aprendizagem, uma crítica que se coloca concerne à preocupação excessiva com o aspecto individual. Isso caracteriza uma visão de mundo egocentrista, afastando-se do aspecto social da educação, que outras abordagens pedagógicas visam a buscar e preencher (Grohmann, 2004).

1.2.2 Comportamentalismo

Essa abordagem tem em B. F. Skinner (1972) um de seus principais proponentes. O comportamentalismo também é chamado de “*behaviorismo*” e tem como conceito básico o comportamento operante, caracterizado pelas relações que estabelece com o meio ambiente, ao receber deste, influências de estímulo para alguma atividade (d'Ávila, 2005).

Diferentemente dos humanistas, os comportamentalistas vêem à realidade como algo acabado e objetivo, baseando-se em experiências educacionais, empiricamente testadas e validadas. Skinner embasou sua teoria na tríade estímulo, resposta e reforço. Esta postula que o comportamento é algo objetivamente estudado; a personalidade é um conjunto de comportamentos que podem ser objetivamente analisados; e o comportamento pode ser condicionado pela aplicação de reforços, tornando possível o estabelecimento da relação causa (reforço) e efeito (comportamento).

Na perspectiva dessa corrente, o professor deve elaborar um material de ensino para que o desempenho do aluno seja maximizado de acordo com os objetivos traçados. Esse material pode consistir de instruções programadas e ensino por módulos, admitindo a importância de que todos atinjam os mesmos objetivos. Segundo os pressupostos comportamentalistas, a mente dos alunos é tida como uma “caixa preta”. Neste sentido, é possível quantificar qualquer tipo de resposta dada a partir de um estímulo oferecido e ignorar o efeito dos processos de pensamento que ocorrem na mente dos alunos (Laguardia, 2007). Neste caso, os alunos participam do processo educativo como agentes passivos.

1.2.3 Abordagem Político-Social

A abordagem político-social se desenvolveu após a II Guerra Mundial a partir da preocupação com a democratização da cultura. No Brasil, teve início com a “Pedagogia do Oprimido”, proposta por Paulo Freire (1975, 1987), que foi primeiramente dirigida para alfabetização linguística e política de adultos. Esta tendência foi responsável pelo movimento social denominado *educação popular*, voltado para as camadas sociais menos favorecidas economicamente. Seu objetivo era engajar esses grupos na luta política, daí sua atuação ser mais efetiva na educação extra-escolar, apesar de presente também nas escolas (Cazelli et al., 1999).

Freire propõe que “*ninguém educa ninguém, ninguém se educa; os homens se educam entre si, mediatizados pelo mundo*”. Essa abordagem, também conhecida como “*Pedagogia Progressista de Paulo Freire*”, estabelece que a construção do conhecimento seja realizada pelo diálogo entre educadores e educandos, mediada pela realidade concreta em que vivem. Para tanto, os conteúdos são extraídos e apreendidos dessa realidade, estudados e novamente retornados a ela no sentido de transformá-la.

1.2.4 Construtivismo

Jean Piaget é considerado o pai da teoria construtivista, ainda que muitos outros teóricos também tenham contribuído para suas idéias iniciais, como é o caso de Vygotsky e Jonassen (Carvalho & Struchiner, 2001). A premissa central dessa teoria tem o indivíduo como agente ativo de seu próprio conhecimento, deslocando assim, no contexto educativo, a preocupação com o processo de ensino (visão tradicional) – no qual o foco recai sobre o professor – para o processo de aprendizagem (Rezende, 2002).

Na perspectiva construtivista, o conhecimento é uma construção humana de significados que procura fazer sentido do seu mundo. Os seres humanos são observadores e intérpretes naturais do mundo físico. Os adeptos dessa teoria explicam idéias e fenômenos novos nos termos do conhecimento existente (Jonassen, 1996). De acordo com a perspectiva construtivista, o professor deve dar autonomia para que o aluno produza seu próprio conhecimento, tendo as funções de “propositor de problemas”, facilitador da aprendizagem, desenvolvedor de atividades e materiais, estimulando a curiosidade do aluno para que ele faça suas descobertas. A educação deve levar em conta, tanto o lado intelectual, quanto o afetivo, moral e social. Ademais, a avaliação não deve se estabelecer apenas por métodos quantitativos, mas incluir uma análise da evolução qualitativa conseguida pelo aluno, uma vez que existem diferentes caminhos e estilos de aprendizagem.

1.3 Resumo sobre as tendências pedagógicas

Encontra-se, a seguir, um resumo das principais tendências pedagógicas segundo os elementos de análise: metodologia, ensino-aprendizagem e (relação) professor-aluno (Quadro 1).

Quadro 1 – Comparação entre as principais correntes pedagógicas, segundo as categorias de análise *metodologia, ensino-aprendizagem e (relação) professor-aluno*

Corrente pedagógica	Categorias de análise		
	<u>Metodologia</u>	<u>Ensino-aprendizagem</u>	<u>Professor-aluno</u>
Humanismo	<ul style="list-style-type: none"> • Perspectiva subjetiva, individualista e afetiva do processo. • As estratégias e técnicas de ensino assumem importância secundária. 	<ul style="list-style-type: none"> • Aprendizagem como atividade social é ignorada. • Ensino centrado no aluno. 	<ul style="list-style-type: none"> • Indivíduo busca a auto-avaliação. • Professor cria situações que facilitem a auto-aprendizagem.
Comportamentalismo	<ul style="list-style-type: none"> • O comportamento humano é a expressão do conhecimento. • O homem é produto do meio em que vive e esta relação é produzida por três elementos: estímulo, resposta e reforço. 	<ul style="list-style-type: none"> • Mudanças no comportamento são produtos da aprendizagem. • Produzir mudança de comportamento na direção desejada, resultantes de uma prática reforçada de ensino. 	<ul style="list-style-type: none"> • Professor elabora materiais de ensino de forma modular e apresenta aulas expositivas para os alunos. • Aluno torna-se agente passivo no processo de ensino-aprendizagem. • Não leva em consideração aspectos sócio-culturais e afetivos.
Político-social	<ul style="list-style-type: none"> • Interação entre homem e mundo. • A educação é um ato político. 	<ul style="list-style-type: none"> • Negociação de significados, experiências e afetos. • Principais aplicações estão no campo extra-escolar e na educação de adultos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Privilegia o diálogo entre professor e aluno. • Interação de indivíduos, comportamentos e ambiente.
Construtivismo	<ul style="list-style-type: none"> • Indivíduo é agente ativo de seu próprio conhecimento. • Aluno constrói significados de acordo com experiências em diferentes contextos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Foco na construção de conhecimento na sociedade. • Baseado na pesquisa, na investigação e na solução de problemas. • Criação de ambientes, estratégias e materiais que auxiliem a resolução de problemas, potencializando a experiência de aprendizagem. 	<ul style="list-style-type: none"> • Professor orienta e facilita o processo de construção do conhecimento do aluno. • Negociação de significados com os alunos.

Seguem-se algumas considerações sobre as semelhanças e diferenças entre as correntes pedagógicas, adotando como referencial o panorama apresentado na seção 1.1, que contempla questões de ensino-aprendizagem em pós-graduação. Essa exposição facilita entender a escolha da abordagem que mais se aproxima da constituição do material didático proposto nessa Dissertação.

Observando-se isoladamente a abordagem humanista, percebe-se que essa teoria está centrada em uma perspectiva subjetiva, deixando de lado a aprendizagem como atividade social, além dos processos mentais envolvidos. Voltando à seção 1.1, é importante que o aluno possa contribuir com uma parcela individual na construção do seu próprio conhecimento, mas é necessária também a orientação de um professor-tutor, o qual conduz seu pupilo no processo de ensino-aprendizagem através de discussões e troca de experiências.

Por sua vez, a abordagem político-social é baseada na negociação de significados, experiências e afetos. E apesar de alguns autores considerarem Paulo Freire como construtivista, suas principais aplicações voltaram-se para a educação de adultos, especialmente para a alfabetização, considerando o lado político da educação (Struchiner & Giannella, 2005). Essa última característica, não qualifica esta tendência pedagógica de acordo com a proposta desta Dissertação.

Com relação à corrente pedagógica comportamentalista (*behaviorismo*) a formulação de materiais de ensino para os alunos é interessante e pertinente. Entretanto o modo como o professor se relaciona com os alunos, sem levar em conta as características individuais de cada um também não classifica o comportamentalismo como a abordagem escolhida no âmbito desta Dissertação.

Por fim, a tendência construtivista parece ser aquela que mais se aproxima das proposições apresentadas na seção 1.1. E com os adventos da informática e da Internet, os princípios construtivistas vem sendo muito utilizados no desenvolvimento de materiais

didáticos informatizados (Rezende, 2002). Além disso, o construtivismo também sintetiza características das demais correntes pedagógicas. Prioriza o indivíduo e suas experiências como aluno de acordo com uma visão humanista. Da mesma forma que a abordagem político-social, também partilha a negociação de significados como os aspectos afetivos e cognitivos, enfatizando o caráter social do processo de aprendizagem. E como o comportamentalismo também prescreve a criação de materiais didáticos.

Assumindo-se como referencial teórico pedagógico o construtivismo, na próxima seção são apresentados alguns princípios e estratégias para orientar o planejamento, desenvolvimento e avaliação das atividades de ensino-aprendizagem pertinentes a essa teoria pedagógica.

1.4 Princípios fundamentais do construtivismo

Para que o construtivismo possa orientar o planejamento e a avaliação das atividades educativas é necessário destacar dois princípios básicos dessa teoria pedagógica: (a) aprendizagem significativa; e (b) a teoria da flexibilidade cognitiva. Ambos os princípios visam focalizar o aluno na construção de significados a partir de experiências próprias vivenciadas em diferentes contextos.

1.4.1 Aprendizagem significativa

O conceito de aprendizagem significativa é a idéia central proposta por David Ausubel (1978). Entende-se por aprendizagem significativa o processo pelas quais novas informações adquirem significado por interação (não associação) com aspectos relevantes preexistentes na estrutura cognitiva do indivíduo, que é a organização das relações entre conceitos na memória semântica (Moreira, 2006). Segundo a teoria ausubeliana, para que a aprendizagem possa ser considerada significativa são necessários os seguintes alicerces: (a) que o material tenha um

significado lógico; (b) que o aluno tenha disponibilidade de aprender; (c) que o aluno possua, em sua estrutura cognitiva, uma proposição, idéia ou conceito específico (também chamado de *subsunçor*⁴) relacionável com o material específico. Este conceito serve de âncora para a que nova informação possa adquirir significado para o indivíduo.

No entanto, na ausência desses conceitos fundamentais, torna-se necessário a utilização de organizadores prévios, servindo de ponte entre o que já se sabe e aquilo que se deve saber para que o novo material possa ser aprendido de maneira significativa. Organizadores prévios são materiais apresentados antes do material didático principal, posicionados em um nível mais elevado de abstração e generalidade. Mas é preciso apontar a dificuldade de se utilizar os organizadores prévios, pois estes são facilmente confundidos com sumários e introduções que são descritos no mesmo nível de abstração do material subsequente, apenas enfatizando os seus pontos principais (Neto, 2006).

Dando continuidade ao processo de assimilação dos novos conhecimentos, os conceitos ou idéias passam por um processo chamado de “diferenciação progressiva” quando ocorre uma interação do novo conceito com a âncora preexistente na estrutura cognitiva (*subsunçor*), possibilitando, assim, novas ligações com outros conceitos. E quando dois ou mais conceitos são reconhecidos como relacionados, formando novas proposições, ocorre um rearranjo dos conceitos, que é chamado de “reconciliação progressiva”.

Contrapondo a essas idéias, Ausubel define a “aprendizagem mecânica” na qual há pouca ou mesmo nenhuma associação das novas informações com os conceitos relevantes existentes na estrutura cognitiva, ficando os novos conteúdos armazenados na estrutura cognitiva de maneira literal e arbitrária, dificultando a retenção. Essa consequência pode ser caracterizada pela falta de empenho do aluno em aprender significativamente ou pelo material didático não apresentar potencial significativo. As metodologias de avaliação tradicionais

⁴ A palavra “subsunçor” não existe em português, trata-se de uma tentativa de traduzir a palavra inglesa “subsumer”.

tendem a privilegiar esse tipo de aprendizagem, como é o caso da memorização de fórmulas e cálculos para uma prova. Mesmo assim, Ausubel reconhece que existe um *continuum* entre as aprendizagens mecânica e significativa, sendo que a última mereça ter prioridade sobre a primeira. Ainda assim, segundo Moreira (2006), em alguns casos pode ser desejável a aplicação da aprendizagem mecânica, por exemplo, em uma fase inicial de um curso totalmente novo para maioria dos alunos. À medida que o professor vai apresentando os conceitos e percebendo a aquisição do conhecimento por parte dos discentes a aprendizagem vai se tornando cada vez mais significativa e, portanto, o processo tende a se tornar progressivamente construtivista pois os alunos estarão construindo seus próprios significados sobre o conteúdo apresentado.

1.4.2 Teoria da Flexibilidade Cognitiva

Um grande problema observado no processo de ensino-aprendizagem é a falta de habilidade dos estudantes em recuperar conhecimentos obtidos ao longo de um curso. A transferência desses conhecimentos para outros contextos tem a finalidade de determinar quais informações e habilidades cognitivas são necessárias para solucionar um novo problema (Struchiner & Giannella, 2005).

Nesse sentido e seguindo uma perspectiva construtivista de experiências autênticas e contextualizadas, Rand Spiro et al. propuseram na década de 80 a “Teoria da Flexibilidade Cognitiva” (apud Pedro & Moreira, 2000). Um dos princípios dessa teoria é a divisão de um conteúdo a ser aprendido (caso ou problema) em múltiplas instâncias (mini-casos). Estes pequenos segmentos são analisados levando-se em conta determinados conceitos armazenados de modo significativo na estrutura cognitiva do aluno. Resolvidos os mini-casos, recompõe-se o caso original, que assim é solucionado, permitindo ao sujeito a aquisição de um conhecimento mais profundo, podendo ser aplicado em novas situações. Assim, segundo

os pressupostos construtivistas e seguindo os princípios da aprendizagem significativa, é preciso fornecer aos alunos oportunidades para que eles desenvolvam suas próprias representações através da apresentação de informações em diferentes perspectivas, utilizando diversos estudos de casos.

Um argumento central da Teoria da Flexibilidade Cognitiva é que a revisitação do mesmo material, em momento diferentes, em contextos rearranjados, com outros propósitos e a partir de novas perspectivas conceituais, é essencial para atingir a maestria da complexidade, a compreensão e a preparação para a transferência (Pedro & Moreira, 2000).

Para aplicação desse princípio, outros fatores são necessários. O primeiro é evitar excessiva simplificação do processo tradicional de ensino, já que dificulta a capacidade de transferir o conhecimento adquirido para novos casos. O ensino deve priorizar as inter-relações conceituais, refletindo a sua complexidade. O segundo é propiciar múltiplas representações do contexto, pois favorecem a aplicação em novas situações-problema. O terceiro princípio é enfatizar a aprendizagem baseado em casos, principalmente a que utiliza múltiplos casos para ilustrar o domínio do conteúdo. O quarto é trabalhar com estruturas cognitivas dependentes do contexto, identificadas pela necessidade de contextualização de todo o processo de ensino e não apenas um determinado módulo de um curso. O quinto é enfatizar a construção do conhecimento e não a transmissão, indicando a utilização da aprendizagem significativa para que um conhecimento adquirido possa ser utilizado no futuro em outras situações. Finalmente, o sexto princípio é trabalhar a complexidade para evitar a formação de estruturas rígidas e compartimentalizadas de conhecimento. É interessante que o próprio aluno possa construir esquemas sobre o conhecimento adquirido ao longo de um curso, para poder transferi-los quando necessário (Struchiner & Giannella, 2005). Em síntese, esses princípios representam facetas para o desenvolvimento da *flexibilidade cognitiva*, a fim

de que os alunos possam alcançar melhores resultados na aquisição e transferência de conhecimento para novas situações.

Como forma de implementação da Teoria da Flexibilidade Cognitiva em um ambiente construtivista, tem-se o hipertexto, que através da sua natureza associativa e não linear, simula a estrutura cognitiva do cérebro humano. Os sistemas de hipertexto são meios adequados para promover a flexibilidade cognitiva do aluno, através do mecanismo de acesso às informações sem qualquer ordem pré-definida (Rezende, 2002). A estrutura relacional de associações do hipertexto permite recuperar essas informações, de acordo com as necessidades do estudante. Detalhes sobre hipertexto são fornecidos na sessão 1.6, que apresenta a utilização das novas tecnologias da informação e comunicação no campo construtivista. Mas antes é preciso visitar as estratégias construtivistas, úteis no desenvolvimento dos processos de ensinar a aprender e que se apóiam na aprendizagem significativa e na teoria da flexibilidade cognitiva.

1.5 Estratégias construtivistas

Como propostas de metodologias de ensino para organização de cursos na área de saúde, são apresentadas duas estratégias comumente utilizadas: (a) “Problematização”; (b) “Aprendizagem Baseado em Problemas”. Ambas são úteis no acompanhamento das atividades de ensino-aprendizagem inerentes ao construtivismo e contribuem para o processo de construção/reconstrução dos significados de cada indivíduo.

1.5.1 Problematização

Esta metodologia pode ser utilizada como estratégia de ensino em temas específicos de uma disciplina. Seus pressupostos são compostos por trabalhar na construção do conhecimento a partir da experiência adquirida por cada aluno. Nesse sentido, os conteúdos de ensino são oferecidos ao corpo discente na forma de problemas, levando cada aluno a

adaptar o material à sua estrutura cognitiva prévia (Cyrino & Toralles-Pereira, 2004). O método de ensino da problematização é dividido em etapas distintas e encadeadas nas quais os problemas são propostos a partir da observação da realidade pelos alunos e o professor para um tema específico (Berbel, 1998).

Uma adaptação da estratégia de problematização é a chamada “aprendizagem baseada em casos”, que pode ser compartilhada com outras metodologias de ensino. Os Casos são problemas oriundos de situações reais, sistematizadas por escrito (em princípio pelo professor) e que pretendem dar ao aluno a possibilidade de uma participação ativa no processo de solução e na reflexão sobre seus aspectos críticos. Os casos novos também podem ser explorados através da aplicação de soluções de casos semelhantes resolvidos com sucesso, fornecendo também explicações que motivam a escolha do caso semelhante ao original (Koslosky, 1999).

Essa estratégia pode ser mediada, tanto individualmente, como em grupo de alunos. Carvalho (2003) aponta a necessidade de selecionar casos relevantes aos interesses e nível de experiência dos alunos para uma boa condução dos estudos de casos. Além disso, os discentes devem ter acesso subsequente à solução do problema para poderem tirar suas próprias conclusões e comparar os resultados.

1.5.2 Aprendizagem baseada em problemas

A aprendizagem baseada em problemas foi desenvolvida no contexto da educação médica nos anos 50, com o objetivo de substituir as aulas expositivas tradicionais. Aplica-se, em princípio, a um modelo de currículo completo de um curso integrando as disciplinas e tendo em vista a prática. Logo no início de um programa, os alunos são apresentados a um problema constituindo-se no eixo central para o desenvolvimento curricular de todo o curso.

Na área de saúde, por exemplo, são utilizadas “apresentações clínicas” relevantes, substituindo problemas clínicos apresentados em aulas expositivas tradicionais. A partir de hipóteses, pequenos grupos de alunos compartilham os materiais de aprendizagem coletados e selecionam os mais relevantes para resolução do problema. A seguir cada aluno deve construir sua própria árvore temática. A árvore temática é um diagrama das questões fundamentais e das conclusões em que as relações entre os assuntos estão representadas por setas e chaves. Essa estruturação das idéias sobre a resolução de um determinado problema implica na adição de novos fatores ao conhecimento prévio de um determinado conteúdo, como a reestruturação do conhecimento e a aprendizagem no contexto do problema (Câmara et al., 2003). Após a discussão em grupo sob a orientação de um facilitador, os alunos formulam hipóteses para cada situação proposta e, assim, tomam as decisões necessárias. Isso propicia uma experiência clínica ao alunado e uma capacidade de julgamento diante de um conjunto de dados (Rezende, 2002).

O problema deve exercer o papel de estimulador dos conhecimentos adquiridos anteriormente. Também deve constituir como foco central para aprendizagem de novos conceitos provenientes de outras fontes, servindo como elemento gerador de motivação dos alunos (Barros & Lourenço, 2006).

Entretanto, a Aprendizagem Baseada em Problemas é difícil de ser implementada, pois é uma proposta que tem como base a modificação de toda estrutura curricular, objetivando a integração das disciplinas. Todos os temas de estudo devem ser transformados em problemas para serem discutidos em grupos de alunos, acarretando, assim, na revisão e integração de todo conteúdo programático (Berbel, 1998).

1.6 Novas Tecnologias da Informação e da Comunicação (NTIC)

A tecnologia educacional dedica-se a estudar os limites do potencial tecnológico na solução dos modelos educativos tradicionais e do impacto das novas tecnologias no contexto da educação. Na década de 80, houve grandes modificações no sistema educacional com a introdução da informática como ferramenta nos métodos de ensino. Essas mudanças geraram grandes transformações e questionamentos entre os profissionais de ensino, que passaram a denominar a tecnologia educacional de “Novas Tecnologias da Informação e da Comunicação” (NTIC) (Rezende, 2002; Monken, 2003).

As NTIC's buscam a consolidação de currículos mais flexíveis, adaptados às características diferenciadas de aprendizagem dos alunos e permitem maior independência e autonomia na formação acadêmica e profissional (Struchiner et al., 1996). As NTIC's podem também ser caracterizadas como novas situações e estratégias educacionais que otimizam os resultados das atividades de ensino e de aprendizagem (Trainotti, 2001). Atualmente, o papel das NTIC's extrapola o domínio da aplicação pedagógica e abrangem outras áreas do conhecimento como inteligência artificial e informática.

É preciso salientar que a introdução de novas tecnologias na educação não implica necessariamente novas práticas pedagógicas, mas tendem a modificar o papel do professor, transformando-o em estimulador da curiosidade do aluno na busca do conhecimento, da pesquisa e de informação relevante ao seu aprendizado (Rezende, 2002; Aguiar, 2005). Esse estímulo dado ao aluno prevê que ele seja capaz de realizar seus estudos e construir suas próprias experiências a partir da interação com o professor e o emprego das NTIC's.

Considerando as NTIC's como ferramenta educacional para o desenvolvimento de materiais didático-pedagógicos na filosofia construtivista, a próxima subseção visita três meios de implementação.

1.6.1 Hipertexto, hipermídia e hiperdocumento

Hipertextos são modelos de representação e difusão do conhecimento que se prestam à utilização em ambientes de aprendizagem de perspectiva construtivista. No final da década de 80, esses sistemas começaram a atrair a atenção de muitos educadores, pois foram vistos como capazes de apoiar uma pedagogia construtivista (Coutinho, 2005). Hipertexto pode ser entendido como um sistema computacional de textos que permite a criação/utilização de documentos organizados, interligados por nós ou vínculos (*links* em inglês), formando uma rede de informações relacionadas e contendo uma estrutura não linear de ‘navegação’⁵. Por essa característica e baseado em seu repertório pessoal, o usuário interliga informações intuitiva e associativamente ao construir uma rede de níveis de aprofundamento por meio da seleção de palavras-chave (botões e *links*) contidas no corpo do texto e que se encarregam de conduzi-lo aos blocos de texto (nós) relacionados à sua escolha.

Conforme mencionado na seção 1.4.2, os hipertextos constituem sistemas de navegação virtuais não lineares que se assemelham à estrutura cognitiva do ser humano e implementam os fundamentos da teoria da flexibilidade cognitiva na medida em que: (a) empregam casos e exemplos complexos; (b) utilizam múltiplas formas de representação do conhecimento; (c) ligam conceitos abstratos a exemplos; (d) enfatizam a rede de inter-relações do conhecimento; (e) estimulam a construção do conhecimento a partir de fontes conceituais diferentes; e (f) promovem a aprendizagem ativa (Rezende, 2002).

Hipermídia e hiperdocumento são extensões ou casos particulares de hipertexto. Ao integrar outras formas de vinculação entre os documentos, tais como gráficos, animações, vídeo e áudio, esses sistemas passam a ser chamados de hipermídia. Hiperdocumento⁶ é um sistema de hipertexto ou hipermídia pronto para navegação virtual.

⁵ Busca as informações desejadas, por meio de comandos que estabelecem ligações entre tópicos relacionados em um hipertexto (Novo Dicionário Eletrônico Aurélio versão 5.0, 2004).

⁶ Para generalização de termos, a partir desse ponto, passa-se a tratar apenas como hiperdocumentos os sistemas computacionais identificados no escopo dessa Dissertação.

Rezende & Cola (2004) apresentam duas características importantes que devem estar presentes em hiperdocumentos: (a) armazenamento de grande quantidade de informações para permitir que conteúdos variados sejam agrupados e disponibilizados aos usuários; e (b) alto nível de controle pelo aluno, permitindo que ele descubra as interconexões de domínios de conhecimento, necessárias à compreensão do conteúdo estudado.

Os detalhes pertinentes à elaboração de hiperdocumentos relativos a esta Dissertação são oferecidos na seção de Métodos (seção 4).

2 Justificativa e objetivos

2.1 Justificativa

Como visto, existe uma carência reconhecida na produção de material didático-pedagógico nas áreas de bioestatística aplicada à epidemiologia, principalmente aqueles com foco interativo que visem estimular a participação de alunos no desenvolvimento das habilidades necessárias para uma aprendizagem integrada e dinâmica. A ABRASCO, através de seus Planos Diretores para o desenvolvimento da epidemiologia no Brasil, há muito tempo vem clamando pelo desenvolvimento de novos métodos de ensino nos cursos de pós-graduação em saúde coletiva. É oportuno, portanto, investir em uma perspectiva relacional na linha do que a corrente construtivista propõe, uma vez que esta teoria tem sido reconhecida como a mais adequada no desenvolvimento de materiais didáticos informatizados. Neste sentido, promover cursos interativos e, no bojo destes, desenvolver material didático conexo é conveniente e útil.

Além disso, há falta de uma política definida de *software*, que priorize a utilização de *software livre* no ensino da epidemiologia (ABRASCO, 2005). No âmbito particular da estatística aplicada à epidemiologia, o R tem se mostrado um aplicativo de interesse emergente, não só porque evita possíveis penalizações por utilização de *software* comercial sem licença, mas porque o franco acesso aos códigos e programação o torna uma ferramenta excelente para a elaboração de material didático em forma de hiperdocumentos, importantes alicerces para uma tão desejada interação docente-discente em sala de aula. E por se tratar de um programa de computador que pode ser copiado, estudado, modificado e redistribuído, pode-se considerar o R como um ambiente construtivista, pois através da criação de pacotes (funcionalidades programadas para executar uma determinada tarefa) baseados na própria estrutura do *software*, a premissa de ‘construção de significados a partir de experiências prévias em diferentes contextos’ é pertinente.

Esta Dissertação visa aproveitar duas iniciativas do Instituto de Medicina Social (IMS) da Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ). A primeira é de desenvolver cursos interativos a partir daqueles baseados em *softwares* não-comerciais e a segunda de migrar gradualmente seu conteúdo curricular para R utilizando um material didático-pedagógico integrado, isto é, material de consulta no próprio ambiente do *software*. Este projeto se insere, assim, em um processo que, em médio e longo prazo, pode desembocar em um acervo instrucional e integrado dos diversos cursos de bioestatística aplicada à epidemiologia. Quiçá, por extensão, também poderá auxiliar na construção de uma biblioteca didático-pedagógica que vise promover um ensino mais rico em epidemiologia, de utilidade tanto local (IMS), quanto em outras instituições de ensino.

2.2 Objetivo principal

Criar materiais didático-pedagógicos através de hiperdocumentos em R, baseados nos princípios construtivistas, para os cursos de bioestatística aplicada à análise epidemiológica.

2.3 Objetivos específicos

- Desenvolver material didático para o curso de “Apresentação do R”⁷ no ambiente R
- Adaptar e desenvolver material didático para o ambiente R a partir do curso de “Aferição”⁸ em Stata (Anonimo, 2001; Reichenheim, 2008).
- Documentar, em forma de CD-ROM, manuais explicando os processos operacionais e metodológicos da criação do material didático, visando desenvolvimento futuro de outros cursos de estatística aplicada à epidemiologia.

⁷ Atualmente disciplina “Uma introdução à Plataforma R para Modelagem Estatística de Dados”, código IMS01917, oferecida na grade curricular da área de concentração de epidemiologia do PPGSC-IMS/UERJ.

⁸ Atualmente disciplina “Instrumentos de Aferição em Epidemiologia I: Teoria Clássica de Medidas (Análise)”, código IMS01917, oferecida na grade curricular da área de concentração de epidemiologia do PPGSC-IMS/UERJ.

3 Métodos

Essa seção inicia-se com a exposição do cenário de utilização do material didático proposto, incluindo a dinâmica esperada em sala de aula. O panorama pedagógico abrange um ambiente generalizado para qualquer curso que venha a empregar o material instrutivo mencionado nessa Dissertação. A seguir são apresentados os subsídios computacionais necessários para o desenvolvimento desse instrutivo.

3.1 Princípios pedagógicos para o desenvolvimento de tecnologias educacionais

Como já indicado anteriormente, o enfoque pedagógico recai sobre abordagem de base construtivista. O pressuposto metodológico é a de que o indivíduo é agente ativo de seu próprio conhecimento. Ele constrói significados e define suas próprias representações da realidade de acordo com suas experiências e vivências em diferentes contextos.

Para situar o leitor, o material instrucional a ser desenvolvido subscreve uma proposta metodológica de ensino calcada na problematização, isto é, o aluno/usuário soluciona problemas baseadas em exemplos operacionais para fixar o conteúdo.

3.2 Cenários de operacionalização dos cursos

As duas próximas seções apresentam a dinâmica operacional na qual o material didático para os cursos de “Apresentação do R” e “Aferição” será utilizado. Ambos representam a experiência acumulada pelo Departamento de Epidemiologia do Instituto de Medicina Social (IMS) nos cursos relacionados com a “bioestatística aplicada à epidemiologia”. A estrutura de hipertexto dos materiais disponibilizados enfatiza como o ambiente de acesso é integrado e expansível, permitindo a interação dos alunos com o instrutivo e entre si.

3.2.1 Cenário do “Curso de Apresentação do R”

Essa disciplina está relacionada com os demais conteúdos do Departamento de Epidemiologia do IMS, principalmente aquelas pertinentes à área de bioestatística aplicada. A disciplina visa introduzir o aluno à análise epidemiológica e estatística através do estudo de casos contidos no material.

Já nas primeiras sessões, o aluno acompanha de forma interativa as explicações do professor. Ele apresenta o material didático a partir do sistema de ajuda do R. Inicialmente, os discentes têm uma visão geral do ambiente estatístico a partir da interface gráfica e de seus principais comandos. Também são fornecidas rotinas de instalação e atualização do programa através do *site* do R⁹.

Nas sessões seguintes, cada conteúdo básico do *software* é apresentado. Ao final de cada conteúdo, o professor propõe exemplos práticos e atividades em sala de aula (estudos de caso). Isso propicia aos alunos a replicação das técnicas sugeridas pelo professor, a indagação sobre possíveis questionamentos e a sugestão de novas alternativas para resolver os exemplos. Na oportunidade, os alunos mais experientes são convocados e estimulados a auxiliar seus colegas na resolução dos exercícios. Isso estimula a troca de experiências entre os participantes do curso e corrobora com os pressupostos construtivistas.

Ao final do curso é proposta aos alunos a resolução de uma lista de exercícios baseados em casos para que possam refletir e interpretar os resultados da lista. Essas atividades estimulam os alunos a explorar novos comandos e estatísticas do R, além de permitir a promoção de possíveis soluções alternativas às tarefas. Detalhes sobre o curso, encontram-se detalhados na ementa, fornecida no Anexo A.

⁹ <http://www.r-project.org>

3.2.2 Dinâmica do “Curso de Aferição”

Esse curso compõe a primeira parte de dois, enfocando a questão dos erros de medida e indicadores de qualidade de informação. O material didático em R empregado nesse curso será desenvolvido com base na documentação atual do “Curso de Aferição” (atualmente desenvolvida em Stata). Alguns conteúdos do programa que não haviam sido produzidos originalmente para o Stata serão implementados em R.

O curso está estruturado em 2 módulos: confiabilidade e validade de medidas. Antes porém, há uma sessão introdutória, em que o professor apresenta aos alunos um programa com a ementa detalhada do curso (conforme descrita no Anexo B), bem como uma lista de material para consulta obrigatório e opcional de cada um dos conteúdos discriminados. Na oportunidade, é esclarecida a dinâmica do curso, a distribuição das tarefas, o agendamento de seminários intercalados com alguns conteúdos essenciais do programa e os prazos para entrega de uma lista de exercícios, a ser cumprida ao longo das sessões e apresentada no final, constando de todas as questões propostas no material instrutivo.

Na sessão seguinte, os alunos já começam a utilizar o ambiente de análise estatística através de um material didático introdutório sobre o aplicativo, que será utilizado, futuramente, em R (abordado na sessão anterior). Para os alunos advindos de outros programas, essa aula é essencial, pois visa situá-los no ambiente de análise estatística do *software* da base, através de seus principais comandos utilizados em bioestatística aplicada à análise epidemiológica. Esse material introdutório se encontra nos moldes do próprio curso de Aferição, caracterizando um ambiente de trabalho integrado.

Antes de dar início às sessões baseadas efetivamente no material didático em meio digital, há sessões preliminares que visam introduzir conceitos básicos sobre confiabilidade e validade de instrumentos epidemiológicos e as fontes de erros de medida. São realizados seminários conduzidos pelos alunos, organizados em dupla ou individual. Na oportunidade, os

discentes são encarregados de preparar uma apresentação baseada em um dos temas pertinentes ao curso e ainda são incentivados pelo professor a explorar novos enfoques sobre esses tópicos. Essas novas idéias, claramente, instigam o debate entre os participantes do curso, tornando a aula mais interativa e dinâmica e favorecendo a construção de conhecimento do grupo.

Cada sessão aplicada à exposição do material didático fundamenta-se em uma sequência de apresentações relativamente curtas e baseadas em exemplos situacionais de análise de dados. As sessões são compostas por exercícios correlatos, dando a possibilidade de trabalho em grupo (em duplas) e interlocução do instrutor/professor com os colegas. Exercícios baseados em rotinas R estão contidos no material, quer para reproduzir e colocar em prática os conteúdos recém apresentados, quer para resolver novas situações propostas (casos). Em sequência, o professor faz uma síntese dos exercícios para socialização geral da informação, com exposição das soluções propostas (restritas ao tutor).

Esta seção apresentou o cenário dos dois cursos propostos. Nota-se que há semelhanças entre ambos os cursos, tanto para garantir a homogeneidade da abordagem construtivista, como para conduzir a novos projetos de desenvolvimento com essas perspectivas. A próxima sessão apresenta os métodos computacionais subjacentes ao material didático que são baseados nas novas tecnologias da informação e comunicação.

3.3 Métodos computacionais

Nessa seção, expõem-se primeiramente os pressupostos necessários para utilização de um hiperdocumento, conceito genérico de hipertexto, e em seguida as técnicas de implementação em R.

3.3.1 Princípios para elaboração de um hiperdocumento

Para que um hiperdocumento seja utilizado como uma ferramenta que se ancore em conceitos construtivistas é preciso projetar a estrutura/arquitetura do mesmo, pois um hiperdocumento mal estruturado pode levar a dispersão e à sensação de perda de controle por parte do usuário. Assim, especial atenção deve ser dada à estrutura de um hiperdocumento e suas implicações na ‘navegação’ virtual e aprendizagem.

Cook & Dupras (2004) propõem um guia prático e operacional para o desenvolvimento de um *software* educativo voltado para a *Web*¹⁰. Dentre as etapas que os autores postulam, destacam-se aquelas que demarcam essa Dissertação, a saber: (a) identificar o problema e especificar os objetivos; (b) determinar os recursos técnicos necessários; (c) avaliar os *softwares* educativos pré-existentes; (d) planejar os mecanismos para garantir a interação com o usuário; (e) executar rotinas de testes e manutenção.

O item (a) identifica toda argumentação apresentada na seção 1 deste documento, que é fundamentada nas propostas da ABRASCO de pouca valorização na produção de material didático e da falta de uma política definida de *software* livre. Com relação aos recursos técnicos de *softwares* disponíveis, existem atualmente diversos programas aplicativos próprios para autoria e gerenciamento de cursos na *Web*, proporcionando o desenvolvimento de ambientes de aprendizagem sem a necessidade de um conhecimento aprofundado em qualquer tipo de linguagem de programação para *Web* ou tecnologia educacional. Como exemplo, destacam-se o WebCT (WebCT, 2003), AulaNet (AulaNet, 2003), Lotus LearningSpace (Lotus Learning Space, 2008), Moodle (Moodle, 2008) e TelEduc (TelEduc, 2008). Os três primeiros são aplicativos comerciais e dois últimos são programas de código aberto.

¹⁰ A World Wide Web (que significa "rede de alcance mundial", em inglês, também conhecida como Web ou WWW) é um sistema de documentos em hipermídia que são interligados e executados na Internet. Para visualizar a informação, pode-se usar um programa de computador chamado navegador para descarregar informações (chamadas "documentos" ou "páginas") de servidores web (ou "sítios") e mostrá-los na tela do usuário.

Tem sido crescente a demanda por programas distribuídos sem nenhuma restrição de utilização. Isso contribui para que os professores explorem diferentes ambientes educacionais como auxílio nas tarefas de ensino-aprendizagem (Camargo-Brunetto et al., 2008). Entretanto, esses *softwares* não são adequados para compor o cenário de desenvolvimento do material proposto na Dissertação, apresentado na seção 3.2, pois, em princípio, não proporcionam mecanismos de interação do ambiente estatístico com o material didático.

Uma das questões mais importantes no planejamento de um hiperdocumento é o projeto de *layout*¹¹ gráfica do sistema. Propriedades como textos bem escritos e delineados por uma estrutura de página padronizada tendem a garantir a interação do usuário e o sistema, propiciando também a navegabilidade no hiperdocumento. Outros detalhes como cores, fontes e disposição do texto, imagens e nós (*links*) são technicalidades que facilitam e delimitam as páginas de um hiperdocumento. Os *links* propiciam a expansibilidade da documentação para outras fontes de estudo adjacentes.

A última etapa do processo de desenvolvimento do sistema de hiperdocumentos constitui-se da rotina de testes. Algumas questões precisam ser verificadas, tais como: (a) se cada página possui *links* corretos para os seus respectivos alvos; (b) se as imagens estão sendo exibidas na posição correta; e (c) se o tamanho da fonte é compatível em diversos computadores e diferentes navegadores. Os testes são executados ao final do desenvolvimento de cada módulo de um curso. Uma estratégia interessante é a criação de protótipos, evitando-se assim, o acúmulo de testes exaustivos e longos ao final do processo de desenvolvimento do material.

Encerrada a fase de testes, inicia-se a manutenção, que pode ser subdividida em três fases: (a) manutenção corretiva para corrigir detalhes encontrados na etapa de testes; (b) manutenção adaptativa para acarretar mudanças ocorridas no ambiente do sistema; (c)

¹¹ Esboço mostrando a distribuição física e tamanhos de elementos como texto e figuras em um determinado espaço.

manutenção de melhoramento funcional para propor alterações além das funcionalidades originais.

Para permitir uma melhor integração entre aluno, professor e o material didático propõe-se o R como aplicativo para autoria dos cursos pertinentes a esta pesquisa. Essa escolha foi orientada pelo fato desse *software* também ser o ambiente estatístico das atividades dos cursos. Na próxima sessão se oferece um panorama sobre a criação de hiperdocumentos em R.

3.3.2 Programação de hiperdocumentos em R para construção do material instrucional

O material é basicamente composto por arquivos em *Hypertext Mark-up Language* (HTML) especialmente elaborados, mas que estão na ‘linguagem’ do próprio R, fazendo com que o ambiente de trabalho (consulta) seja único. Com isso, os textos preparados se ‘comunicam’ com todo o material original do *software*, incluindo os arquivos de ajuda, quer locais (disco rígido), quer via acesso remoto (*web*).

Para facilitar a navegação durante as sessões e execução dos exercícios, também se produziu uma apostila em *Portable Document File* (PDF) contendo todo o material didático e apresentando a mesma formatação da versão HTML. Esta pode ser impressa e encadernada ou acessada através de um *software* de leitura de PDF, como o *Acrobat Reader*¹².

O material didático que foi produzido consiste de uma extensão desenvolvida em R. Essa extensão é feita através da criação de comandos, chamados de funções. As funções são organizadas e programadas para executar atividades correlatas, podendo ser reunidas para formar os pacotes ou bibliotecas. Os pacotes gerados em R seguem uma padronização

¹² Disponível em <http://www.adobe.com/br/products/acrobat/readstep2.html>.

oferecida pelo próprio aplicativo (R Development Core Team, 2007b). A Figura 1 mostra um exemplo em HTML de uma função R, *getwd*, contida no pacote *base*¹³.

Figura 1 – Exemplo de um arquivo HTML original do R

<pre>getwd {base}</pre>	R Documentation
<h2 style="margin: 0;">Get or Set Working Directory</h2>	
<h3 style="margin: 0;">Description</h3> <p><code>getwd</code> returns an absolute filename representing the current working directory of the R process; <code>setwd(dir)</code> is used to set the working directory to <code>dir</code>.</p>	
<h3 style="margin: 0;">Usage</h3> <pre>getwd() setwd(dir)</pre>	
<h3 style="margin: 0;">Arguments</h3> <p><code>dir</code> A character string.</p>	
<h3 style="margin: 0;">Value</h3> <p><code>getwd</code> returns a character vector, or <code>NULL</code> if the working directory is not available. On Windows the path returned will use <code>/</code> as the path separator. <code>setwd</code> returns the current directory before the change, invisibly. It will give an error if it does not succeed.</p>	
<h3 style="margin: 0;">Note</h3> <p>These functions are not implemented on all platforms.</p>	
<h3 style="margin: 0;">See Also</h3> <p>list.files for the <i>contents</i> of a directory.</p>	
<h3 style="margin: 0;">Examples</h3> <pre>(WD <- getwd()) if (!is.null(WD)) setwd(WD)</pre>	
<hr/> <p>[Package <i>base</i> version 2.6.0 Index]</p>	

¹³ Esse é o esquema original proposto pelo *software*. Ao longo dessa seção e no Anexo C são apresentadas modificações realizadas nas páginas da documentação do material didático desenvolvido.

Cada pacote ou biblioteca instalada no R cria uma estrutura de pasta denominada pelo mesmo nome. Nesta pasta principal ficam arquivos de texto de configuração do pacote, destacando-se “*Description*” e “*Namespace*”. O arquivo “*Description*” contém informações básicas sobre um pacote como nome, versão, data, autor e mantenedor. “*Namespace*” consiste de um espaço reservado para indicar quais funções estarão disponíveis para o usuário final.

O *software* também propõe diversas sub-pastas que podem ser definidas para criação do pacote. Destacam-se, aquelas que serão utilizadas nesse escopo: (a) sub-pasta “R”, onde são armazenados os *scripts* (código-fonte) das funções necessárias do pacote; (b) sub-pasta “Data”, local dos bancos de dados de exemplo (arquivos-texto); (c) sub-pasta “Inst” que pode armazenar qualquer tipo de arquivo suplementar como imagens, outros documentos, bancos de dados em outros formatos; e (d) sub-pasta “Man”, sub-pasta onde fica armazenada a descrição detalhada de cada funcionalidade do pacote (documentação). Esta última só permite arquivos com extensão “Rd” (*R Documentation*) e escritos em “*LaTeX*”¹⁴ simplificado (Figura 2). Esses arquivos possuem seções ou blocos que correspondem aos títulos contidos nas páginas do hiperdocumento. Alguns destes blocos são obrigatórios (*name, alias, title, description, keyword*) e outros são opcionais (*usage, arguments, value, examples*).

¹⁴ Conjunto de comandos utilizados num ambiente de programação para processamento de documentos. É empregado amplamente na produção de textos matemáticos e científicos por causa de sua alta qualidade tipográfica.

Figura 2 –Rd da função `getwd` do pacote `base`

```

\name{getwd}
\alias{getwd}
\alias{setwd}
\title{Get or Set Working Directory}
\usage{
getwd()
setwd(dir)
}
\arguments{
  \item{dir}{A character string.}
}
\description{
  \code{getwd} returns an absolute filename representing the current
  working directory of the \R process; \code{setwd(dir)} is used to set
  the working directory to \code{dir}.
}
\note{
  These functions are not implemented on all platforms.
}
\seealso{
  \code{\link{list.files}} for the \emph{contents} of a directory.
}
\value{
  \code{getwd} returns a character vector, or \code{NULL} if the
  working directory is not available.
\ifdef windows
  On Windows the path returned will use \code{/} as the path separator.
\endif
  \code{setwd} returns the current directory before the change,
  invisibly. It will give an error if it does not succeed.
}
\examples{
(WD <- getwd())
if (!is.null(WD)) setwd(WD)
}
\keyword{utilities}

```

Para criar o pacote é preciso realizar um processo chamado de compilação, promovendo a criação da documentação nos seguintes formatos: PDF, HTML (Figura 3), “*LaTeX*”, CHM¹⁵. A pasta que contém o pacote é compactada com a extensão ZIP¹⁶ ou TAR¹⁷. Este procedimento viabiliza instalar o pacote em qualquer computador que já possua o R. As particularidades do processo de compilação apresentam-se no Anexo C – Manual de documentação operacional.

¹⁵ O formato “*LaTeX*” não será utilizado como fonte do material didático e os outros três tipos de arquivos (PDF, HTML e CHM) são similares. Assim só serão apresentadas telas do formato HTML.

¹⁶ Arquivo compactado no sistema operacional *Windows* pelo aplicativo *Winzip*.

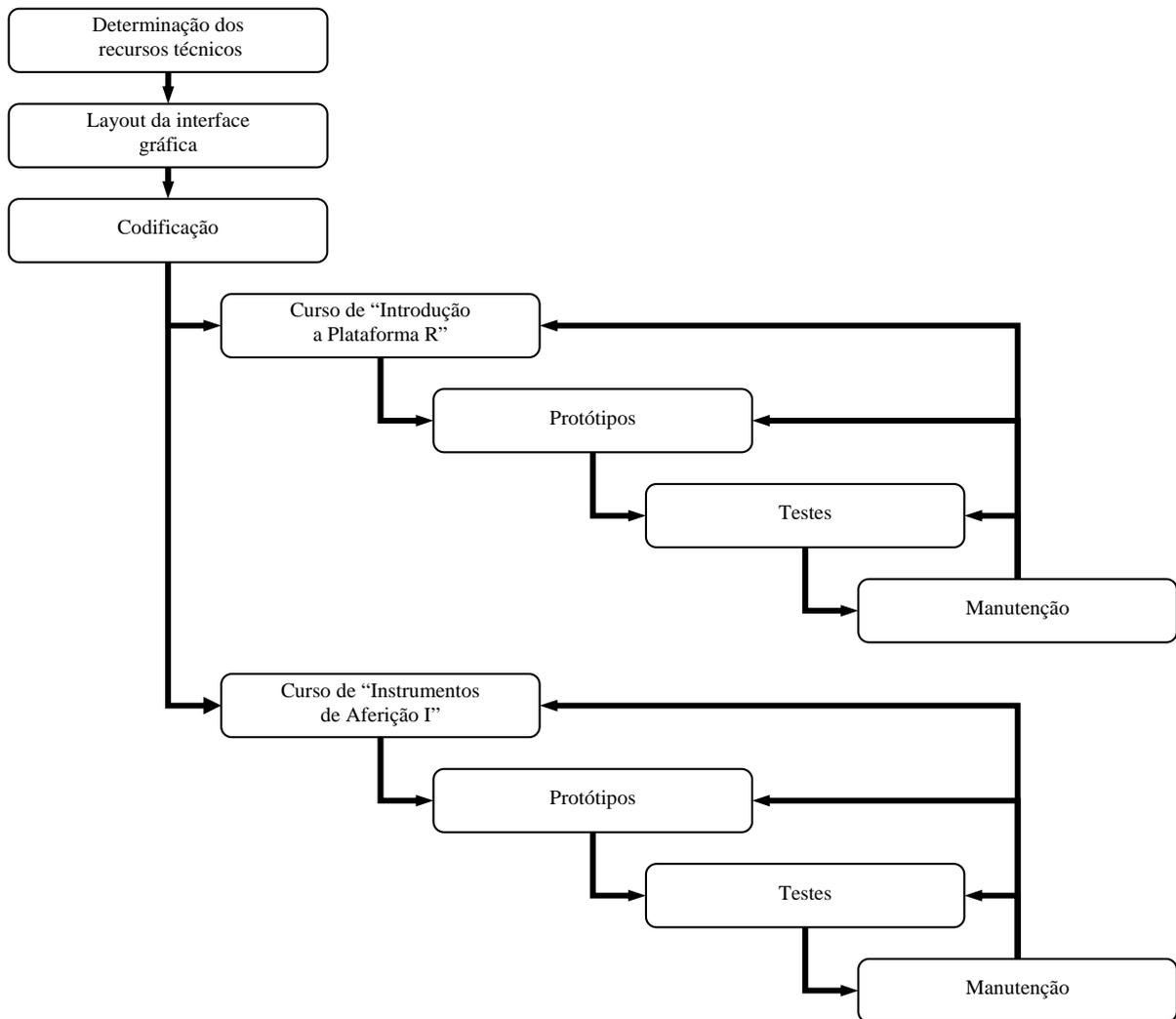
¹⁷ Arquivo compactado no sistema operacional *Linux*.

Figura 3 – HTML da função *getwd* do pacote *base*

<pre>getwd {base}</pre>	R Documentation
<h2>Get or Set Working Directory</h2>	
<h3>Description</h3> <p><code>getwd</code> returns an absolute filename representing the current working directory of the R process; <code>setwd(dir)</code> is used to set the working directory to <code>dir</code>.</p>	
<h3>Usage</h3> <pre>getwd() setwd(dir)</pre>	
<h3>Arguments</h3> <p><code>dir</code> A character string.</p>	
<h3>Value</h3> <p><code>getwd</code> returns a character vector, or <code>NULL</code> if the working directory is not available. On Windows the path returned will use <code>/</code> as the path separator. <code>setwd</code> returns the current directory before the change, invisibly. It will give an error if it does not succeed.</p>	
<h3>Note</h3> <p>These functions are not implemented on all platforms.</p>	
<h3>See Also</h3> <p>list.files for the <i>contents</i> of a directory.</p>	
<h3>Examples</h3> <pre>(WD <- getwd()) if (!is.null(WD)) setwd(WD)</pre>	
<hr/> <p>[Package <i>base</i> version 2.6.0 Index]</p>	

3.4 Fluxograma de desenvolvimento computacional

A Figura 4 apresenta um diagrama com o fluxo de desenvolvimento do material didático de ambos os cursos, expondo suas etapas relativas. Na fase de programação da interface gráfica é oferecido um exemplo caracterizando os blocos da interface.

Figura 4 – Fluxograma de desenvolvimento

Os recursos técnicos foram determinados a partir da escolha do *software* R e da compreensão do processo de criação de pacotes (componentes do aplicativo que irão conter os materiais didáticos). As etapas de criação dessas bibliotecas estão descritas no Anexo C – Manual de documentação operacional.

O *layout* da interface do material didático segue em partes o mesmo esquema textual dos demais pacotes do R (R Development Core Team, 2007b). Foram feitas adaptações para garantir um padrão gráfico que estimule o usuário a interagir com o sistema.

As Figura 5 e Figura 6 apresentam um exemplo de uma interface. À esquerda das duas figuras estão às indicações dos blocos da interface gráfica e no lado direito, como ilustração, é apresentada a documentação de um dos módulos do “Curso de Aferição”.

Figura 5 – *Layout* da interface gráfica e representação do material didático (parte 1)

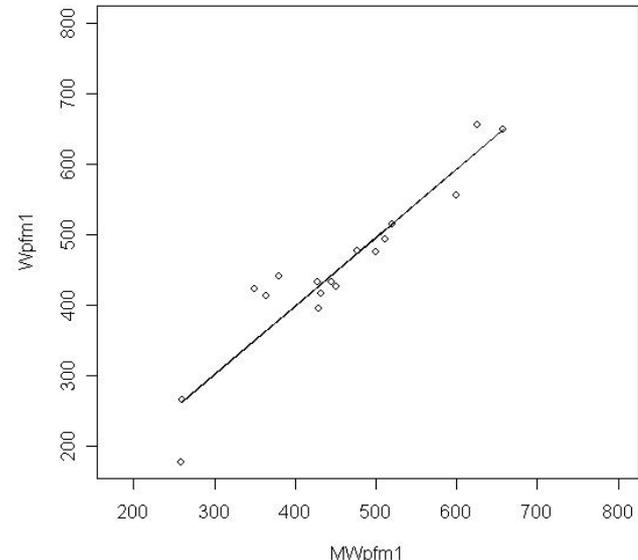
Título	<p>d.lin(craf) R Documentation</p> <p style="text-align: center;">Coeficiente de correlação de concordância de Lin e gráficos para limites de concordância de Bland e Altman usando concord</p>
Descrição do conteúdo	<p>Descrição</p> <p>Este demonstrativo se baseia nos dados oferecidos no artigo Bland, J.M. & Altman, D. G. 1986. Statistical methods for assessing agreement between two methods of clinical measurement. The Lancet February 8, 307-310.</p>
Exemplos comentados	<p>Detalhes</p> <pre>library(epicalc) setwd(paste(R.home(), "/library/craf/bancos", sep=" ")) use("CS_AF_5.dta") plot(MWpfm1, Wpfm1, xlim=c(180, 800), ylim=c(180, 800)) lines(MWpfm1, fitted.values(lm(Wpfm1~MWpfm1)))</pre> <p>configura a pasta de trabalho</p> <p>Lê os dados apresentados na única tabela do artigo</p> <div style="text-align: center;">  </div> <p>O gráfico produzido procura reproduzir o encontrado na Figura 1 do artigo. Plota as duas variáveis referentes à primeira de duas mensurações do objeto De interesse usando dois instrumentos diferentes (Mini Wrigt e Wrigt peak flow meter). Note que o gráfico se baseia no coeficiente de correlação de Pearson que, a rigor, não é adequado (veja artigo). Os autores usam a correlação para critica-la</p>

Figura 6 – Layout da interface gráfica e representação do material didático (parte 2)

Exemplos de comandos novos	<pre>concord(MWpfm1, Wpfm1)</pre> <p>Solicita o coeficiente de correlação de concordância de Lin e limites de concordância de Bland e Altman</p> <pre> Concordance correlation coefficient (Lin, 1989) rho_c SE(rho_c) Obs [95% CI] P CI type ----- 0.943 0.029 17 0.887 0.999 0.000 asymptotic 0.850 0.979 0.000 z-transform Pearson's r = 0.943 Pr(r = 0) = 0.000 C_b = rho_c/r = 0.999 Reduced major axis: Slope = 0.973 Intercept = 14.498 </pre>
Links para explicações	<p>Obs: veja como se calcula o Slope e o Intercept em e.lin</p> <p>O coeficiente de Lin combina a medida de precisão e acurácia para determinar se os dados observados desviam significativamente da linha de concordância perfeita (45 graus). O coeficiente aumenta em função da proximidade do eixo dos dados com esta linha de concordância perfeita (representando a acuracia) e de quanto os dados se aproximam do seu próprio eixo (representando a precisão). O rho_c de Lin expressao produto da precisão representado pelo coeficiente de correlação de Pearson (r) e da acuracia via fator de correção do vies (C_b). Note que</p> $r * \text{rho_c}/r = \text{rho_c} \Rightarrow 0.943 * 0.999 = 0.943$ <p>No caso das variáveis MWpfm1 e Wpfm1 encontradas em CS_AF.5.dct, praticamente não há diferença entre o coeficiente de correlação de Pearson e de Lin. O C_b = 0.999 e a inclinação de 0.973 refletem bem isto.</p>
Exercícios	<p>Exercício</p> <ol style="list-style-type: none"> Usando os dados em bexerF5.dct, obtenha o coeficiente de correlação de Lin e os limites de concordância de Bland e Altman, e avalie a concordância. Explore os resultados graficamente (iniciando com o uso de: <pre>plot(MWpfm1, Wpfm1,xlim=c(180,800),ylim=c(180,800)) lines(MWpfm1, fitted.values(lm(Wpfm1~MWpfm1)))</pre> . Em que os resultados diferem daqueles usados no d.lin?
Links para outros módulos	<p>Veja também</p> <p>d.cor</p> <hr/> <p style="text-align: center;">[Package craf version 0.5.1 Index]</p>

Esses blocos já haviam sido definidos anteriormente no material original em Stata (Reichenheim, 2008) e servem para orientar o professor na condução das atividades em sala de aula, configurando-se em momentos para o facilitador: (a) apresentar um conteúdo; (b) solicitar que os alunos reproduzem o caso proposto no material; (c) propor um aprofundamento em algum assunto (explicação); (d) propor a execução de um exercício correlacionado. Essas atividades visam estimular o aluno a trocar idéias e aprender através da construção de significados (aprendizagem significativa). Enquanto isso, os exercícios

complementam as questões suscitadas na sessão de aula e tendem a promover os princípios da “teoria da flexibilidade cognitiva”.

A codificação do material (criação dos hiperdocumentos) foi subdividida nos dois cursos sugeridos para essa Dissertação. Cada material didático tem etapas de desenvolvimento conforme apresentado na seção 4.3.1 e segue as características do “ciclo de vida de prototipação” (Pressman, 2002). Essa estratégia de desenvolvimento de *software* contempla fases sequenciais e bem definidas, desde o planejamento até as rotinas de manutenção. Quando ocorrem erros no protótipo, é identificado o problema e retorna-se a fase anterior até solucioná-lo.

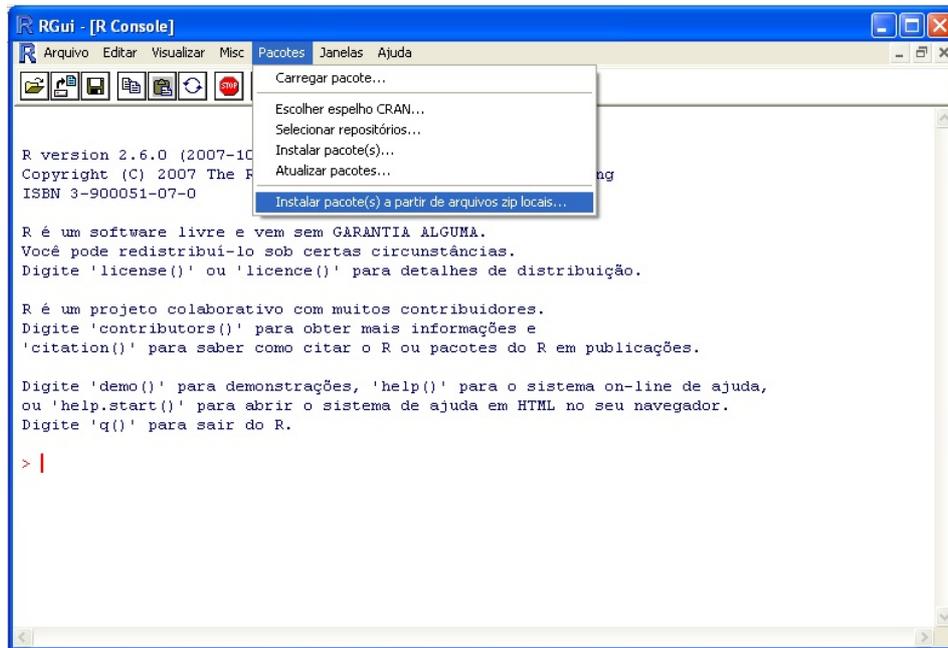
4 Resultados

O material didático-pedagógico proposto para os dois cursos sugeridos, “Apresentação do R” e “Aferição” estará disponível em três formas: CD-ROM, *website* e no laboratório de informática do IMS¹⁸ para que os alunos possam acompanhar as sessões de aula e estudar em casa. Também está disponível em CD-ROM o manual de documentação operacional, conforme disposto no Anexo C dessa Dissertação. Este material encontra-se no arquivo “manual de documentação operacional.doc”, contido na pasta “documentação” do CD-ROM em anexo.

Conforme descrito na seção de Métodos, o material didático de cada curso produzido em R é compilado em um pacote e compactado no formato ZIP. Foram desenvolvidos os pacotes “cr” e “craf” que atendem respectivamente aos cursos de “Apresentação do R” e “Aferição”. Estes dois arquivos compactados encontram-se na pasta denominada “pacotes” do CD-ROM em anexo. Os demais pacotes necessários para o funcionamento do material didático de cada curso são instalados pela Internet automaticamente após o carregamento das respectivas bibliotecas de um dos instrutivos. Além disso, também se encontra no CD-ROM um executável para instalação do R, caso o computador do usuário não possua uma versão previamente instalada. Todos os arquivos compactados podem ser instalados através da própria interface gráfica do programa, conforme indicado na Figura 7. Para isso, basta acessar o menu “Pacotes”, escolher a opção “Instalar pacote(s) a partir de arquivos zip locais” e indicar a pasta no computador (CD-ROM) que contém o arquivo compactado. Realizada a instalação, é necessário carregar o pacote todas as vezes que for executado o ambiente estatístico do R e se desejar abrir o instrutivo. Isto é feito digitando no *prompt* do R o comando “library(nome_do_pacote)”.

¹⁸ O CD-ROM é o único modo de acesso ao material que está pronto. As outras duas formas serão disponibilizadas oportunamente.

Figura 7 – Instalação do pacote contendo o material didático de um curso



Após a execução deste comando, R carrega a página principal da documentação do material didático no navegador da Internet, neste caso “Internet Explorer”. A Figura 8 e Figura 9 ilustram a primeira página de cada curso. Estas duas imagens não exibem todo o conteúdo de ambos os cursos, por isso mais detalhes podem ser encontrados após a instalação do pacote ou, ainda, executando o arquivo “00index.html” da subpasta “html”, criada após descompactação manual dos arquivos de cada curso.

Figura 8 – Tela principal do curso de “Apresentação do R”

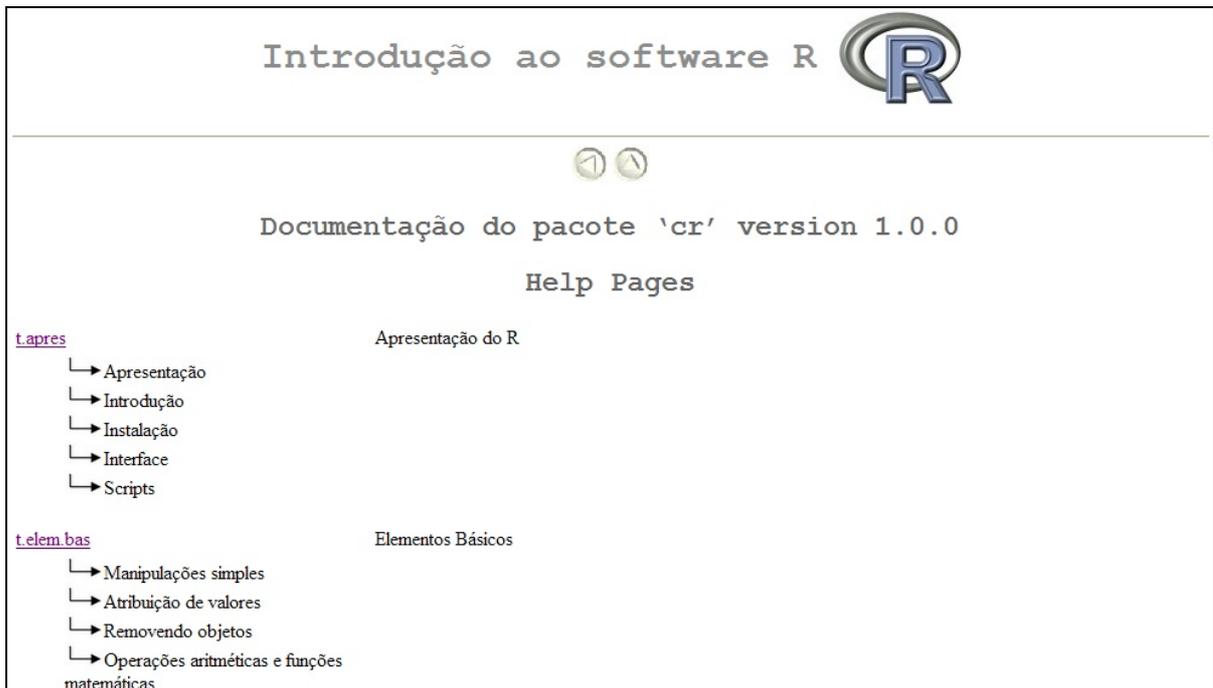


Figura 9 – Tela principal do curso de “Aferição”



Os tópicos dos cursos são destacados por meio de *links* e contém uma breve descrição sobre cada assunto tratado. Ao entrar em algum dos módulos do curso, o professor-tutor faz uma breve explicação sobre o tema que será apresentado. É importante que, antes do início

das sessões de aula, os alunos já tenham lido as referências propostas pelo professor e também tenham percorrido e executado todo o conteúdo disposto no material didático pertinente àquela sessão. Essa estratégia visa evitar que o professor exponha o conteúdo proposto sem qualquer troca de informações com e entre os alunos, evitando, assim, caracterizar um ‘mero’ ambiente comportamentalista.

Percorrendo os módulos, é possível perceber mudanças no *layout* das páginas em relação àqueles destacados na seção de métodos (Figura 10). A primeira mudança é o esquema de cores dos textos que foi definido da seguinte forma: (a) preto, para textos em geral; (b) vermelho, para comandos do R; (c) cinza, para comentários relativos aos comandos; (d) azul, saídas relativas à execução de algum comando.

Figura 10 – Página de demonstrativo do curso de “Aferição”

```

demoF2 {craf}
DemoF2 - Correlação intra-classe com aferidores assumidos como fixos
Descrição
Demonstrativo F2 - Correlação intra-classe com aferidores assumidos como fixos
Detalhes
Assuma que os dados referentes à 118 sujeitos estão no arquivo CS_AF_1.dta
library(epicalc)
library(irr)
setwd
("E:\IMS\Curso_Stata\CStataAF\Trab")
use("CS_AF_0.dta")
table(aferid1, aferid2)
      aferid2
aferid1 0 1 2 3 4 5
0 2 2 1 0 1 0
1 1 3 2 1 1 0
2 1 4 6 2 2 1
3 2 3 4 12 4 3
4 1 1 2 6 10 6
5 3 4 4 5 4 14
icc(cbind(aferid1,aferid2),
model="oneway", type="consistency")

```

banco com as variáveis aferid1 e aferid2, considerados aferidores fixos. Ou seja, não representam uma população de aferidores, mas somente a si próprios.

Solicita o cálculo do ICC com o respectivo intervalo de confiança.

A segunda mudança foi na diagramação dos textos que foram definidos em forma de tabela, organizados em duas colunas. A primeira coluna contendo os comandos e a segunda,

os comentários e saídas. As figuras ou gráficos foram dispostas da mesma maneira que as saídas em geral (na segunda coluna).

A última mudança foi caracterizada pela reformatação da página de abertura dos cursos (Figura 8 e Figura 9). Esse novo formato permite que o aluno tenha uma noção de como o material está estruturado e correspondem a novas conexões que o discente faz na sua estrutura cognitiva deste conteúdo que está sendo apresentado com o seu conhecimento prévio em assuntos correlatos. Logo, ele está construindo significados a partir de suas experiências próprias. Desse modo, essa construção de significados se configura em aprendizagem significativa que é uma das bases do construtivismo.

Todas as modificações feitas no *layout* da documentação do material didático procuram aproximar os laços entre professor e aluno, além de garantir que os discentes possam construir os significados a partir da troca de experiências, idéias centrais da teoria construtivista.

Também é preciso citar que não houve modificação nos esquemas de implementação das explicações e outros *links* referentes a algum tema ou comando. Eles estão dispostos conforme apresentado na Figura 6 da seção de Métodos. Entretanto alguns *links* não estão disponíveis, pois nem todas as funções/documentações foram implementadas em tempo. Mesmo assim, com todo o material disponível é possível explorar seu conteúdo e apontar questões que o tornem ainda mais robusto. Essas questões são discutidas na próxima seção.

5 Considerações finais

Conforme mencionado na seção de Introdução, o enorme crescimento da pesquisa epidemiológica, principalmente na década de 90, refletiu-se em um aumento dos programas de pós-graduação em Saúde Coletiva do País. Diante desse cenário, observaram-se mudanças progressivas nas políticas de formação dos alunos de pós-graduação e no sistema de avaliação da CAPES/MEC (Aquino, 2008).

Entretanto, a forte pressão sofrida pelos pesquisadores acadêmicos no Brasil em manter um nível de produtividade tem implicado em riscos no aperfeiçoamento do ensino. Isso impede que haja uma maior articulação entre as atividades de pesquisa e ensino, a qual beneficiaria ambas as vertentes da prática epidemiológica. O ensino é o ponto nobre de qualquer atividade acadêmica, pois engloba integração e aplicação do conhecimento (Faerstein, 2008).

Nesse sentido a ABRASCO vem apresentando, desde a primeira versão do “Plano Diretor para o Desenvolvimento da Epidemiologia no Brasil”, pontos para alavancar as atividades de ensino no país (ABRASCO, 1989). Na última versão do “Plano Diretor” a ABRASCO reconhece os avanços nos critérios de avaliação da CAPES/MEC, mas admite que ainda existam muitas mudanças a serem realizadas.

Um dos aspectos que exigem modificações é a produção de material didático acadêmico, tanto docente como discente, e que costumeiramente recebe pouco incentivo (baixa pontuação) no sistema CAPES/MEC. Outro aspecto negligenciado é a qualidade dos métodos de ensino. Comumente esses métodos são conservadores e não-padronizados refletindo-se em diferentes níveis de formação docente. É correto afirmar que há poucos programas de pós-graduação *stricto sensu* que incluem a pesquisa pedagógica em seus currículos. Em alguns casos, o programa se restringe à inclusão de uma disciplina de “didática”, como se isto bastasse para a formação pedagógica do futuro professor. Uma

alternativa para solucionar a qualificação docente seria a formalização de um estágio supervisionado, em algum momento de um doutorado, por exemplo.

É nesse contexto que essa Dissertação se insere, ao procurar padronizar o ensino de bioestatística aplicada à epidemiologia através do desenvolvimento de material didático. Por se tratar de uma proposta inicial e inovadora na área, alguns pontos merecem atenção por refletirem ainda limitações, entretanto estes que podem apontar caminhos para futuros desenvolvedores.

Algumas limitações são de ordem didático-pedagógica, outras são técnicas, mais relacionadas ao desenvolvimento do *software* em si. A de escopo didático-pedagógico concerne no posicionamento dos exercícios e atividades correlatas, que no momento se localizam no final de cada tópico do material didático. Para aumentar a interação professor e aluno, os exercícios poderiam ser reposicionados, resultando, assim, em intervalos oportunos, indicando e estimulando o professor-tutor a realizar alguma atividade correlata com os alunos ou expor uma questão adicional preparada para a aula. Este também seria o momento para troca de informações entre os alunos para uma discussão relativa à resolução do(s) exercício(s), com vista a uma comparação subsequente com as respostas do professor. Esta tarefa de implementação possui certa complexidade, pois para executá-la, será necessário rever todo o conteúdo dos dois cursos e agregar os assuntos de cada módulo com os seus respectivos exercícios. Para isto, poder-se-ia propor uma discussão sobre todo o procedimento com um grupo de especialistas na área relativa a cada curso.

Na parte de desenvolvimento técnico do aplicativo, vale reparar que não foi possível aderir a todas as etapas do guia proposto por Cook & Dupras (2004) para elaboração de *software* educativo, apresentado na seção 3.3.1. Na quarta etapa do guia, que diz respeito ao planejamento de mecanismos para garantir a interação com o usuário, faltou a inclusão de

janelas do tipo *pop-up*¹⁹, sendo estas de extrema importância para aumentar a qualificação de ambiente interativo do aluno com o material didático. Estas janelas sobrepostas poderiam ser utilizadas para apresentação de explicações sobre um tema específico.

Outro exemplo de interação aluno-material seria a inclusão de animações multimídia em “Adobe Flash CS4”. Hipertextos com vídeos e animação têm a característica de envolver ainda mais o aluno no processo de aprendizagem. Quanto maior for o grau de imersão do aluno no conteúdo, maior será sua capacidade de reter aquilo que se aprende (Freire, 2000). Outro ponto que não foi contemplado no desenvolvimento do *software* foram as rotinas de testes de carga e manutenção do conteúdo oferecido. Verificou-se apenas se os resultados das funções estatísticas produzidos no “Curso de Aferição” disponibilizado em *Stata* eram semelhantes àsquelas funções implementadas na versão do curso em R. Para o “Curso de Apresentação do R”, esta etapa de verificação não foi necessária, pois o material original já havia sido criado em R.

Uma outra limitação diz respeito à língua na qual o instrutivo foi escrito, neste caso o português. R já possui suporte para definição de arquivos de idiomas. Para implementação desses arquivos no pacote desenvolvido, será necessário traduzir o material didático para uma outra língua, como, por exemplo, o inglês. Além disso, será preciso documentar os procedimentos de criação de arquivos de idiomas no R. Assim, em versões futuras ter-se-á a possibilidade de divulgação deste material didático para grupos de pesquisa ou instituições internacionais interessadas.

Apontadas algumas limitações do material didático desenvolvido, é preciso, ainda, esclarecer critérios para divulgação do mesmo. Estes critérios podem ser discutidos por um grupo de especialistas, que será formado no futuro, e terá a missão de elucidar questões referentes às leis de proteção sobre direitos autorais e tipos de licença de *software livre*

¹⁹ Janela extra que se abre no navegador da internet ao se clicar num *link*

(Hexsel, 2002). Vale lembrar que o processo de desenvolvimento de um *software* é controlado por leis de proteção sobre direito intelectual (*copyright*). Essa legislação impede que qualquer modificação ou difusão de um aplicativo seja realizada sem a autorização do autor. No caso de *software livre*, há uma versão de *copyright* indicada para garantir as condições de cópia, modificação e distribuição denominada *copyleft*. Logo, para todos os programas de computador há um documento adicional que discrimina os direitos oferecidos para quem os utilizar, a licença de *software* (Reis, 2003).

R, por exemplo, é distribuído sob a licença “GNU General Public License”, que é o tipo de licença de *software livre* mais utilizada e não possui qualquer tipo de restrição quanto à cópia, modificação e distribuição do programa (R Development Core Team, 2007a). Entretanto, para o material didático desenvolvido, deve-se pensar em um protocolo de distribuição de forma a proteger o código-fonte original, mas que não venha a prejudicar a expansão do conteúdo didático, bem como das funções em R, desenvolvidas especialmente para utilização no instrutivo. Nesse sentido, é necessário discutir para quem, especificamente, o material será disponibilizado; se haverá necessidade de criação de um formulário para solicitação do aplicativo; se o programa exigirá algum tipo de senha para utilização ou; ainda, se o código-fonte pode ser distribuído integralmente com o pacote. Todas essas questões visam garantir os direitos de propriedade intelectual do desenvolvedor, sem obstruir o trabalho de divulgação, uma vez que este *software* não se restringirá à utilização por um grupo de alunos de uma única instituição acadêmica. Isto também, permitirá que futuros desenvolvedores criem outras documentações em R a partir do *layout* do material apresentado.

Todo esse processo sugere uma discussão mais ampla, isto é, para além do grupo de especialistas. Um dos meios para debate poderia envolver algum tipo de publicação científica na área de saúde coletiva, visto que é um tema pouco explorado nesta área e, além disso, pode

apontar questionamentos sobre a pouca exploração dos métodos de ensino-aprendizagem no Brasil em epidemiologia.

Duas outras formas de apreciação do *software* que podem ser integrada à publicação científica são a inclusão do próprio material desenvolvido, por meio de pacotes, no repositório do R na Internet, o “Comprehensive R Archive Network” (CRAN²⁰) e apresentação das suas funcionalidades na publicação eletrônica do R, RNews²¹. Isto permitirá uma análise mais criteriosa da discussão realizada na publicação.

Entretanto, mesmo com as limitações pertinentes ao desenvolvimento do *software* apontadas anteriormente, muitos resultados são úteis para encaminhar novos projetos de pesquisa na área. Uma das consequências da utilização do material didático proposto é estimular os alunos a pesquisar a melhor solução sobre determinados temas contidos no instrutivo. Essa característica é pertinente aos princípios construtivistas e pode ser demonstrada por dois exemplos. No material referente ao “Curso de Apresentação do R”, o tópico sobre ‘leitura de dados em arquivos texto’ apresenta três caminhos opcionais através dos comandos “read.table”, “read.csv” e “use”, respectivamente. Cada caminho tem a sua particularidade e aplicação, cabendo ao aluno optar sobre qual comando escolher para uma determinada situação. Neste caso, o primeiro comando é genérico e abrange todos os tipos de arquivos texto, mas exibe uma sintaxe mais complexa que os outros dois. O segundo e o terceiro comandos são específicos para arquivos texto, tendo as variáveis separadas por vírgula. A diferença entre eles é que “use” é um caso muito particular no qual o arquivo texto contém um cabeçalho indicando o nome das variáveis. Para auxiliar no processo de escolha, o material inclui *links* para referências sobre os comandos utilizados, seguindo o formato da Figura 1 na página 48. Através da consulta a sintaxe de cada função, o aluno pode, assim,

²⁰ <http://cran.r-project.org/>

²¹ <http://cran.r-project.org/doc/Rnews/>

definir qual comando usar, adequar o formato do seu arquivo para utilizar um determinado comando, ou ainda propor outras funções não contidas no material didático.

Outro exemplo, no âmbito do “Curso de Aferição” também pode ser bastante elucidativo. O “coeficiente de correlação intraclasse” (ICC em inglês) pode ser expresso de diversas formas de acordo com o tipo de dados das variáveis em questão. Entre as maneiras de calcular têm-se a expressão algébrica tradicional (proporção de variância do sujeito em relação à variância total), o cálculo do ICC via “correlação de Pearson” ou ainda via coeficiente “Kappa”. Também existem outras expressões para o ICC apresentados no material e cada método é utilizado para uma determinada situação, cabendo ao aluno escolher aquela mais indicada para os seus dados.

Uma questão suscitada a partir dos exemplos anteriores e que ajudaria a solucioná-los é a construção de mapas conceituais pelos alunos. A estratégia de mapas conceituais fundamenta-se nos princípios da aprendizagem significativa e constitui-se basicamente de uma representação visual de conceitos organizados hierarquicamente. Esses conceitos correspondem a idéias que cada aluno tem a respeito de um assunto e exprimem sua estrutura cognitiva (Struchiner et al., 1999). A construção de tais mapas conceituais é realizada a partir da nomeação de todos os conceitos referentes a um tema. Em seguida identifica-se aquele conceito mais importante, colocado no nível mais alto da árvore (raiz do mapa). A seguir identificam-se os conceitos mais próximos da raiz e cria-se um segundo nível do mapa. Os próximos níveis são construídos da mesma maneira que o processo de criação do segundo nível (Tavares, 2008).

Para exemplificar, é possível pensar em um mapa conceitual tendo como raiz a expressão “leitura de arquivos texto”. O segundo nível seria discriminado pelos diversos formatos de arquivo texto como: (a) delimitados por algum caractere; (b) possuir largura fixa entre as variáveis; (c) contendo ou não algum tipo de cabeçalho. No terceiro nível do mapa

estariam presentes todas as opções de comandos para leitura de arquivos texto dentre eles aquelas três apontadas anteriormente. Por fim, em um quarto nível, poder-se-ia ter os parâmetros de cada comando apresentado no nível acima. Logo, a utilização dos mapas conceituais seria de grande utilidade, pois auxiliaria no processo de escolha do comando mais adequado para leitura do arquivo texto proposto. Seria interessante analisar de forma comparada os diferentes percursos adotados pelos alunos de modo a aprofundar o conhecimento na aplicação dos princípios construtivistas ao tipo de conteúdo em questão (no caso, a bioestatística aplicada à epidemiologia). Deste modo seria possível identificar lacunas no conhecimento das áreas e componentes do currículo que necessitam aprofundamento, podendo, assim, exercer a função de *subsunçores* para conteúdos subseqüentes.

Outra consequência deste material instrucional é a criação de exercícios propostos pelos alunos. As tarefas contidas na documentação dos cursos foram elaboradas tendo como base a experiência adquirida pelos professores ao longo dos anos. Estão inseridas no material, questões subjetivas e amplamente discutidas sobre um determinado tema, mas inevitavelmente, restrita a uma determinada linha de pesquisa. Para ampliar o conteúdo do instrutivo e estimular os alunos a investigar dados relativos ao seu projeto de tese (ou dissertação), seria interessante que eles elaborassem outros exercícios a fim de serem anexados no material. Esta tarefa poderia ser realizada durante as sessões de aula no momento de troca de informações entre professor e alunos, ou ainda, ao final do curso como trabalho final.

Como pode ser visto, o processo de desenvolvimento do material didático está em aberto e necessita ser aprimorado. Mesmo assim, esta documentação pode servir de arcabouço para a criação de material didático de novos cursos no IMS, como as disciplinas de “Epidemiologia II²²”, “Bioestatística²³”, “Modelos Multiníveis²⁴” e “Séries Temporais²⁵”,

²² Disciplina “Epidemiologia II – Epidemiologia Aplicada a Saúde Pública” do IMS/UERJ

²³ Disciplinas “Bioestatística I” e “Bioestatística II” do IMS/UERJ

além de outras instituições de ensino. Juntando a experiência discente, a prática de manuseio do material didático pelo professor e a formação da equipe de especialistas dando suporte ao desenvolvimento do *software*, será possível expandí-lo para que se torne auto-sustentável, transformando-o em um tutorial. Isso irá constituir-se em um importante aliado para integração discente-docente em sala de aula.

²⁴ Disciplinas “Modelos Multiníveis I” e “Modelos Multiníveis II” do IMS/UERJ

²⁵ Disciplina “Séries Temporais Epidemiológicas” do IMS/UERJ

Referências Bibliográficas

- ABRASCO. I Plano Diretor para o Desenvolvimento da Epidemiologia no Brasil. ABRASCO. Rio de Janeiro, 1989.
- ABRASCO. IV Plano Diretor para o Desenvolvimento da Epidemiologia no Brasil. Revista Brasileira de Epidemiologia 2005; 8:1-43.
- Aguiar RV. Desenvolvimento e análise de ambiente virtual de aprendizagem Florianópolis-SC: 12º Congresso Internacional de Educação a Distância, 2005.
- Anonimo. Material didático em meio eletrônico (Acrobat pdf) adaptado a partir de hipertextos. Instrumentos de Aferição em Epidemiologia - I (Curso Eletivo). Madrid: Unidade de Bioestatística da Clínica Hospital Ramón y Cajal, 2001.
- Aquino EM. Epidemiologia e Saúde Coletiva no Brasil: desafios para a formação em pesquisa. Revista Brasileira de Epidemiologia 2008; 11:151-8.
- Assmann H. Alguns toques na questão "O que significa aprender?" Revista Impulso 1997; 10:71-82.
- AulaNet. Laboratório de Engenharia de Software - Departamento de Informática - Pontifícia Universidade Católica. Disponível: <http://aulanet.les.inf.puc-rio.br/aulanet/> [Último acesso: 23 de julho, 2008], 2003.
- Barata RCB. Formação em Epidemiologia no Brasil. www.abrasco.org.br/grupos/arquivos/20060718160633.pdf [Último acesso: 2008], 2006.
- Barreto ML. Papel da epidemiologia no desenvolvimento do Sistema Único de Saúde no Brasil: histórico, fundamentos e perspectivas. Revista Brasileira de Epidemiologia 2002; 5:4-17.
- Barros NF, Lourenço LCA. O ensino da saúde coletiva no método de aprendizagem baseado em problemas: uma experiência da Faculdade de Medicina de Marília. Revista Brasileira de Educação Médica 2006; 30:136-146.
- Berbel NAN. A problematização e a aprendizagem baseada em problemas: diferentes termos ou diferentes caminhos? Interface - Comunicação, Saúde, Educação 1998; 1:139-154.
- Câmara LMC, Pompeu M, Pitombeira M, Sousa MdS, Valença T. O Papel da árvore temática na aprendizagem baseada em problemas. XLI Congresso Brasileiro de Educação Médica. Florianópolis: Anais do XLI Congresso Brasileiro de Educação Médica, 2003.

- Camargo-Brunetto MAO, Ferracioli F, Arabori R. Incorporação de novas funcionalidades no ambiente de ensino-aprendizagem Claroline. Anais do XXXVIII Congresso da Sociedade Brasileira de Computação. Belém/PA, 2008.
- Cardoso JP, Rosa VA, Lopes CRS, Vilela ABA, Santana AS, Silva ST. Construção de uma práxis educativa em informática na saúde para ensino de graduação. *Ciência e Saúde Coletiva* 2008; 13:283-288.
- Carvalho CV. Conceitos básicos para o desenvolvimento de cursos multimídia: Sociedade Portuguesa de Inovação, 2003.
- Carvalho MAP, Struchiner M. Um ambiente construtivista de aprendizagem a distância: estudo da interatividade, da cooperação e da autonomia em um curso de gestão descentralizada de recursos humanos em saúde. Congresso Internacional de Ensino a Distância. Brasília: ABED, 2001.
- Cazelli S, Queiroz G, Alves F, Falcão D, Valente ME, Gouvêa G, et al. Tendências pedagógicas das exposições de um museu de ciência. Disponível: <http://www.casadaciencia.ufrj.br/Publicacoes/Artigos/Seminario/Art.Sem.Internacional.1.99%20Sibele.doc> [Último acesso: 10/06/2008, 2008], 1999.
- Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq. Diretório dos Grupos de Pesquisa no Brasil, censo 2006. Disponível: <http://dgp.cnpq.br/censo2006> [Último acesso: 02/09/2008, 2006].
- Cook DA, Dupras DM. A practical guide to developing effective web-based learning. *Journal of General Internal Medicine* 2004; 19:698-707.
- Coutinho CP. Construtivismo e investigação em hipermedia: aspectos teóricos e metodológicos, expectativas e resultados. J BARALT, N CALLAOS & B SANCHÉZ (Eds) Memórias da 4ª Conferência Iberoamericana em Sistemas, Cibernética e Informática - CИСCI 2005. Orlando, FL: International Institute of Informatics and Systemcis, 2005:68-73.
- Cyrino EG, Toralles-Pereira ML. Trabalhando com estratégias de ensino-aprendizado por descoberta na área da saúde: a problematização e a aprendizagem baseada em problemas. *Cadernos de Saúde Pública* 2004; 20:780-788.
- d'Ávila C. A mediação didática na história das pedagogias brasileiras. *Revista da FAEEBA – Educação e Contemporaneidade*. Salvador: Universidade do Estado da Bahia, 2005:217-238.

- Faerstein E. Relações entre Ensino e Pesquisa em Epidemiologia (com comentários sobre a estratégia do mestrado em consórcio da UFPel). *Revista Brasileira de Epidemiologia* 2008; 11:145-50.
- Ferrari M. Carl Rogers - um psicólogo em defesa do aluno. *Revista Nova Escola*. 2004.
- Freire GH. Construindo um hipertexto com o usuário. *Ciência da Informação* 2000; 29:101-110.
- Grohmann MZ. Influência de um curso de pós-graduação no processo de aprendizagem gerencial [Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina; 2004.
- Guimarães R, Lourenço R, Cosac S. A pesquisa em epidemiologia no Brasil. *Revista de Saúde Pública* 2001; 35:321-40.
- Hexsel RA. Propostas de Ações de Governo para Incentivar o Uso de Software Livre: Universidade Federal do Paraná, 2002
- Jonassen D. O uso das Novas Tecnologias na Educação a Distância e a Aprendizagem Construtivista. *Em Aberto* 1996; ano 16:70-88.
- Koslosky MAN. Aprendizagem baseada em casos um ambiente para ensino da lógica da programação [Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina; 1999.
- Laguardia J. Evasão em um curso de aperfeiçoamento on-line em saúde [Rio de Janeiro: Fundação Oswaldo Cruz; 2007.
- Lotus Learning Space. IBM. Disponível: <http://www.ibm.com/link/redirect.www.ibm.com/www.lotus.com/learningspace> [Último acesso: 23 de julho, 2008], 2008.
- Microsoft HTML Help Workshop. Microsoft Corporation. Disponível: <http://msdn.microsoft.com/en-us/library/ms669985.aspx> [Último acesso: 21 de julho, 2008], 2007.
- MiKTeX. miktex.org. Disponível: <http://www.miktex.org/2.6/Setup.aspx> [Último acesso: 21 de julho, 2008], 2007.
- Monken M. Desenvolvimento de tecnologia educacional a partir de uma abordagem geográfica para a aprendizagem da territorialização em vigilância em saúde [Fundação Oswaldo Cruz - FIOCRUZ; 2003.
- Moodle. moodle.com. Disponível: <http://www.moodle.org> [Último acesso: 23 de julho, 2008], 2008.
- Moreira MA. A teoria da aprendizagem significativa e sua implementação em sala de aula. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 2006.

- Neto JASP. Teoria da aprendizagem significativa de David Ausubel: perguntas e respostas. *Série Estudos - Periódico do Mestrado em Educação da UCDB* 2006:117-130.
- Oliveira MKd. Vygotsky: aprendizado e desenvolvimento - um processo sócio-histórico. São Paulo: Scipione, 1993.
- Pedro LF, Moreira A. Os Hipertextos de Flexibilidade Cognitiva e a planificação de conteúdos didáticos: um estudo com (futuros) professores de Línguas. *Revista de Enseñanza y Tecnología* 2000.
- Pereira ALF. As tendências pedagógicas e a prática educativa nas ciências da saúde. *Cadernos de Saúde Pública* 2003; 19:1527-1534.
- Pressman R. Engenharia de software. São Paulo: McGrawHill, 2002.
- R Development Core Team. R: A language and environment for statistical computing Vienna, Austria: R Foundation for Statistical Computing, 2007a.
- R Development Core Team. Writing R Extensions Vienna, Austria: R Foundation for Statistical Computing, 2007b.
- Reichenheim ME. Curso Stata 2008 - Material Instrucional Modular Interativo em Meio Eletrônico: Módulo Especial - Estatísticas para Estudos de Aferição Rio de Janeiro: Instituto de Medicina Social / UERJ, 2008.
- Reis CR. Caracterização de um processo de software para projetos de software livre [São Carlos: Universidade de São Paulo; 2003.
- Rezende F. As novas tecnologias na prática pedagógica sob a perspectiva construtivista. *ENSAIO – Pesquisa em Educação em Ciências* 2002; 02.
- Rezende F, Cola CSD. Hipermídia na educação: Flexibilidade cognitiva, interdisciplinaridade e complexidade. *Ensaio: Pesquisa em educação em ciências*. Belo Horizonte: FaE, Faculdade de Educacao, UFMG, Universidade Federal de Minas Gerais, 2004.
- Rossi P. Making R Packages Under Windows: A Tutorial. Disponível: http://www.pdf_finder.com/get/making-r-packages-under-windows-a-tutorial/ [Último acesso: 30/10/2007, 2006.
- Santos A. Teorias e Métodos Pedagógicos sob a Ótica do Pensamento Complexo. Educação na era do conhecimento em rede e transdisciplinaridade. Campinas, SP: Alínea, 2005.
- StataCorp. Stata Statistical Software: Release 9: Stata Corporation, 2005.
- Struchiner M, Giannella TR. Aprendizagem e prática docente na área da saúde: conceitos, paradigmas e inovações. Washington, D.C: Organização Panamericana da Saúde, 2005.

- Struchiner M, González MP, Ricciardi RMV, Cordoba GIT, Diogo ACM. Aspectos Metodológicos no Desenvolvimento de Hiperdocumentos para o Ensino de Graduação: Um Sistema para o Curso de Nutrição. III Congresso Ibero-americano de Informática Educativa. Barranquilla: RIBIE, 1996.
- Struchiner M, Ricciardi RMV. Princípios, modelos e tecnologias de informação e comunicação em processos educativos das ciências biomédicas e da saúde. Revista Rio de Janeiro 2003; 11:145-161.
- Struchiner M, Roschke MA, Ricciardi RMV. Formação permanente, flexível e a distância pela Internet: Curso de gestão Descentralizada de Recursos Humanos em Saúde. Revista Panamericana de Salud Publica (Panamerican Journal Public Health) 2002; 11:158-165.
- Struchiner M, Vieira AR, Ricciardi RM. Análise do conhecimento e das concepções sobre saúde oral de alunos de odontologia: avaliação por meio de mapas conceituais. Cadernos de Saúde Pública 1999; 15 Suppl 2:55-68.
- Tavares R. Aprendizagem significativa e o ensino de ciências. Ciências & Cognição 2008; 13:94-100.
- TelEduc. Núcleo de Informática Aplicada à Educação - Universidade Estadual de Campinas [Último acesso: 23 de julho, 2008], 2008.
- Tinn-R. In: Faria JC, ed, 2007:Editor de textos para R.
- Trainotti TS. Teorias da aprendizagem e implicações na tecnologia educacional. Tecnologia Educacional 2001; 30:p. 24-35.
- WebCT. Blackboard. Disponível: <http://www.webct.com> [Último acesso: 23 de julho, 2008], 2003.

Anexos

Anexo A – Programa do Curso de “Apresentação do R”

1. Apresentação	<ul style="list-style-type: none"> • Introdução ao ambiente • Instalação • Scripts
2. Elementos Básicos	<ul style="list-style-type: none"> • Manipulações simples • Atribuições de valores • Remoção de objetos • Operações aritméticas e funções matemáticas • Tipos de dados • Vetores • Fatores • Operadores • Bancos de dados
3. Gerenciamento de dados	<ul style="list-style-type: none"> • Leitura de dados em arquivos texto • Gravação de dados em arquivos • Trabalhando com arquivos do <i>Excel</i> • Biblioteca <i>Foreign</i> • União de tabelas
4. Gráficos simples	<ul style="list-style-type: none"> • Gráficos genéricos • Parâmetros para os gráficos • Gráficos de barras • Gráficos de setores • Histograma • Gráficos de caixas • Gráficos de dispersão • Gráficos de série temporal • Matriz de gráficos de dispersão • Matriz de gráficos para séries temporais • Gráficos de dispersão tri-dimensionais
5. Medidas sumárias	<ul style="list-style-type: none"> • Diagrama ramos e folhas • Sumário de objetos • Mínimo e máximo • Total

	<ul style="list-style-type: none">• Média aritmética• Média ponderada• Mediana• Quartis e percentis• Variância• Desvio-padrão• Covariância• Correlação• Tabelas 2x2• Tabelas de contingência
6. Métodos epidemiológicos	<ul style="list-style-type: none">• Biblioteca <i>Epicalc</i>• Tabulações simples• Tabulações cruzadas• Ordenação em bancos de dados• Recodificação de variáveis• Pirâmide etária• Cálculos de <i>Odds Ratio</i> em estudos caso-controlado, de seguimento e transversal• Análise estratificada

Anexo B – Programa do Curso de “Aferição”

Nas primeiras sessões aplicadas, são apresentados os estimadores de confiabilidade, tanto para variáveis contínuas (correlação intraclassa, α de *Cronbach*), quanto discretas ($kappa$, *Kuder-Richardson* fórmula-20). A seguir é oferecida uma introdução à Teoria da Generalização. No módulo sobre validade, os conceitos básicos são revistos com alguma profundidade, bem como são apresentados algumas questões particulares relativas à estimação de sensibilidade e especificidade, tais como o uso de modelo logístico, curvas ROC e análises em estudos com desenhos incompletos. Uma sessão complementa a parte teórica do curso introduzindo alguns princípios básicos sobre validade dimensional via análise de fatores.

Tema	Material de consulta
Apresentação do curso e distribuição de material	
Conceitos básicos (seminário)	<ul style="list-style-type: none"> • Reichenheim & Moraes, 2007a • Reichenheim & Moraes, 2007b • Streiner & Norman, 2003 – cap. 2
	<ul style="list-style-type: none"> • Reichenheim & Moraes, 2002 • Moser & Kalton, 1984 – cap. 14, seção 13.3, p. 353–357 • Reichenheim & Moraes, 1998
Confiabilidade – Introdução (seminário)	<ul style="list-style-type: none"> • Streiner & Norman, 2003 – cap. 8, p. 126–138 • Shrout, 1998 – p. 301–304
	<ul style="list-style-type: none"> • Nunnally & Bernstein, 1995 – cap. 7, p.248–292 • Bartko & Carpenter Jr, 1976 • Carmines & Zeller, 1980 • Kraemer, 1992 • Dunn, 1989
Introdução ao R (<i>ad hoc</i>)	
Estimadores de concordância (1)	

* Correlação de Pearson	<ul style="list-style-type: none"> • CRAF: demoF1 obs: demo inclui transformações de escalas.
* Correlação Intraclassa para aferidores fixos e aleatórios	<ul style="list-style-type: none"> • CRAF: demoF2 e demoF3 • Shrout & Fleiss, 1979 • Shoukri, 2003 – cap. 2 • Bartko & Carpenter Jr, 1976
	<ul style="list-style-type: none"> • Yaffee, 1998 • Anônimo, 2001 – seção 7 • Armitage & Berry, 1994 • Bartko, 1976 • Drewes, 2000 • Blalock Jr., 1985 – p. 433–449
Estimadores de concordância (2) * Coeficiente de correlação de concordância de Lin e limites de concordância de Bland e Altman	<ul style="list-style-type: none"> • CRAF: demoF5 • Bland & Altman, 1986; Lin, 1989 • Streiner & Norman, 2003 – cap. 8, p. 141-142
* <i>Kappa</i> simples e ponderado	<ul style="list-style-type: none"> • Bartko, 1976 • Drewes, 2000 • Blalock Jr., 1985 – p. 433–449 • CRAF: demoF7 • Streiner & Norman, 2003 – cap. 8, p. 139-141 • Shoukri, 2003 – cap. 3, p.27–37 • Morgenstern, 1995 – seção 6, p.216–219 • Reichenheim, 2004 • Anônimo, 2001 – seções 2 a 6
Estimadores de concordância (3) * <i>Kappa</i> simples e ponderado (cont.) * Cálculo de tamanho amostral	<ul style="list-style-type: none"> • (cont.) • CRAF: demoF8 e demoF9 • Reichenheim, 2000 • Shoukri, 2003 – cap. 6

	<ul style="list-style-type: none"> • Fleiss, 1981 – p. 212–236 • Cohen, 1960 • Cohen, 1968 • Kraemer, 1980 • Landis & Koch, 1977 • Mendoza, Stafford & Stauffer, 2000 • Reichenheim, 2000 • Barlow, 1996 • Cicchetti & Feinstein, 1990 • Graham & Bull, 1998 • Byrt, 1992; 1993 • Cantor, 1996 • Walter, Eliasziw & Donner, 1998 • Mooney & Duval, 1993
<p>Estimadores de consistência interna</p> <p>* α de Cronbach e Kuder-Richardson-20</p> <p>* Projeção de número de itens via método de Spearman-Brown</p> <p>* Comparação de coeficientes via método de Feldt</p>	<ul style="list-style-type: none"> • CRAF: demoF10 e demoF11 • Morgenstern, 1995 – seção 6, p.219–222 • Streiner & Norman, 2003 – cap. 5, p. 72-73 • CRAF: demoF1 • CRAF: demoF12 • CRAF: demoF13
	<ul style="list-style-type: none"> • Osburn, 2000 • Cronbach, 1951 • Kuder & Richardson, 1937 • Feldt, 1965
Teoria da Generalização – Introdução (seminário)	<ul style="list-style-type: none"> • Shavelson & Webb, 1991 – cap. 1, 2, 3, 6 e 7
	<ul style="list-style-type: none"> • CRAF: demoF4 • Streiner & Norman, 2003 – cap. 9 • Shavelson & Webb, 1991 (demais capítulos)
Validade – Conceitos e tipologia (seminário)	<ul style="list-style-type: none"> • Streiner & Norman, 2003 – cap. 10, p. 172–185

	<ul style="list-style-type: none"> • Nunnally & Bernstein, 1995 – cap. 3, p.83–113 • Carmines & Zeller, 1980 • Obuchowski, 1998 • Wacholder, Armstrong & Hartge, 1993
<p>Validade – Estimacões (1)</p> <p>* Sensibilidade e especificidade em desenhos completos e incompletos (e o problema do <i>work-up bias</i>)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • CRAF: demoF14 • Reichenheim & de Leon, 2002
	<ul style="list-style-type: none"> • Choi, 1992 • Reichenheim, 2003
* Curvas ROC	<ul style="list-style-type: none"> • CRAF: demoF15
	<ul style="list-style-type: none"> • Anônimo, 2001 – seção 13 e 14 • Hanley & McNeil, 1982 • Reichenheim, 2002
<p>Validade – Estimacões (2)</p> <p>* Estimativas de validade via modelagem para instrumentos dicótomos</p> <p>* Estimativas de validade via modelagem para instrumentos policótomos</p>	<ul style="list-style-type: none"> • CRAF: demoF16 • Coughlin et al., 1992 • Shoukri, 2003 – cap. 5 • CRAF: demoF17
	<ul style="list-style-type: none"> • Coughlin & Pickle, 1992 • Shoukri, 2003 – cap. 5
<p>Validade dimensional via análise multivariada – Introdução (seminário)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Kleinbaum, Kupper & Muller, 1988 – cap. 24, p.595–641

	<ul style="list-style-type: none"> • Pett, Lackey & Sullivan, 2003 • Nunnally & Bernstein, 1995 – cap. 11/12/13, p.445–594 • Rummel, 1988 • Reichenheim & Moraes, 2006 • Moraes & Reichenheim, 2002
<p>Validade dimensional via análise multivariada – Estimações</p> <p>* Análise de fatores</p>	<ul style="list-style-type: none"> • CRAF: demoF19 e demoF19
	<ul style="list-style-type: none"> • Kleinbaum, Kupper & Muller, 1988 – cap. 24, p.595–641 • Pett, Lackey & Sullivan, 2003 • Nunnally & Bernstein, 1995 – cap. 11/12/13, p.445–594 • Rummel, 1988 • Reichenheim & Moraes, 2006 • Moraes & Reichenheim, 2002

Anexo C – Manual de documentação operacional

Esta seção do Projeto servirá como “ponto de partida” ou um “diário de bordo” relativo a todas as modificações que deverão ser feitas no Windows para possibilitar a criação de um pacote. Todas as questões discutidas nessa sessão se referem a versão 2.6.0 do R.

C.1.1 Programas necessários para instalação de um pacote

Segundo Rossi (2006) para se criar um pacote em R para *Windows* é necessário a instalação dos seguintes programas: (a) conjunto de programas utilitários UNIX chamados RTools; (b) interpretador para a linguagem de programação Perl; (c) conversor de arquivos HTML em CHM (Microsoft HTML Help Workshop); (d) interpretador de *LaTeX* (MiKTeX); (e) editor de texto com suporte a comandos de marcação em LaTeX e HTML (Tinn-R). Todos esses programas podem ser obtidos livremente na Internet.

Inicialmente para começar a escrever os arquivos Rd é necessário possuir um editor de texto para caracteres ASCII (*American Standard Code for Information Interchange*) utilizados em arquivos sem formatação de fonte. Por isso, editores de texto como “Microsoft Word” e “WordPad” não são aconselháveis. Neste caso, poder-se-ia optar pelo “Bloco de Notas” (*Notepad*) do Windows, mas ele não dá suporte para abrir múltiplos arquivos simultaneamente e nem trabalha com marcadores de texto. Um programa que atende a essas características é o Tinn-R, editor de *scripts* em R (Tinn-R, 2007).

Para se compilar um pacote é necessário entrar no “Prompt de Comando” ou “Aviso do MS-DOS²⁶” mover-se para a pasta um nível anterior de onde foi definida a estrutura do pacote e digitar “R CMD INSTALL nome_pasta”, onde nome_pasta é a pasta do pacote que será instalado. Segue abaixo um exemplo de um pacote chamado “craf” (Figura 11).

²⁶ Sistema operacional criado pela Microsoft que trabalhava com uma interface de linha de comando

Figura 11 – Prompt de comando

```

E:\IMS\mestrado>R CMD INSTALL craf
installing to 'e:/R/library'

----- Making package craf -----
adding build stamp to DESCRIPTION
installing R files
installing inst files
installing man source files
installing indices
installing help
>>> Building/Updating help pages for package 'craf'
      Formats: text html latex example chm
 demof1          text      html      latex
 demof1_1        text      html      latex
 demof2          text      html      latex
 exerf1          text      html      latex
adding MD5 sums

* DONE (craf)
E:\IMS\mestrado>

```

Quando executado o comando no MS-DOS “R CMD INSTALL nome_pasta”, R verifica se existe um interpretador de comandos Perl, nesse caso foi utilizado o programa ActivePerl compartilhado com os utilitários RTools, começando a executar uma série de *scripts* (sequência de comandos) nessa linguagem. A partir desse ponto é feita uma transcrição de todos os arquivos “Rd” (R Documentation) criados no Tinn-R para TXT, HTML, LaTeX e CHM. As conversões para TXT e HTML serão feitas diretamente pelo *script Perl*. Já para LaTeX, o script executa chamada ao programa MiKTeX (MiKTeX, 2007). Enquanto para CHM, o script irá solicitar o programa Microsoft HTML Help Workshop (Microsoft HTML Help Workshop, 2007).

Caso não apareça nenhuma mensagem de erro, basta agora entrar no R e carregar o pacote através do comando “library”.

C.1.2 Configuração dos programas

Seguindo a instalação de todas essas ferramentas e como todos trabalham em MS-DOS, será preciso configurar a variável de ambiente “Path” (caminho) para que MS-DOS

procure o caminho relativo de cada *software*. Os passos serão os seguintes, conforme descrito na Figura 12, Figura 13 e Figura 14: (a) entrar no “Painel de Controle” e escolher o ícone “Sistema”; (b) clicar na aba “Avançado” e depois no botão “Variáveis de ambiente”; (c) Na caixa de listagem “Variáveis de sistema” escolher a opção “Path” e clicar em “Editar”. Caso não apareça essa opção clicar no botão “Nova”; (d) acrescentar no campo “Valor da variável” o caminho da instalação de todos os programas descritos acima, exceto o Tinn-R, seguindo essa ordem: RTools, Perl, MiKTeX, HTML Help Workshop. Caso tenha clicado na caixa de diálogo anterior no botão “Nova” é necessário informar também no campo “Nome da Variável” o valor “Path”; (e) confirmar todas as opções e sair do “Painel de Controle”.

Figura 12 – Variáveis de ambiente

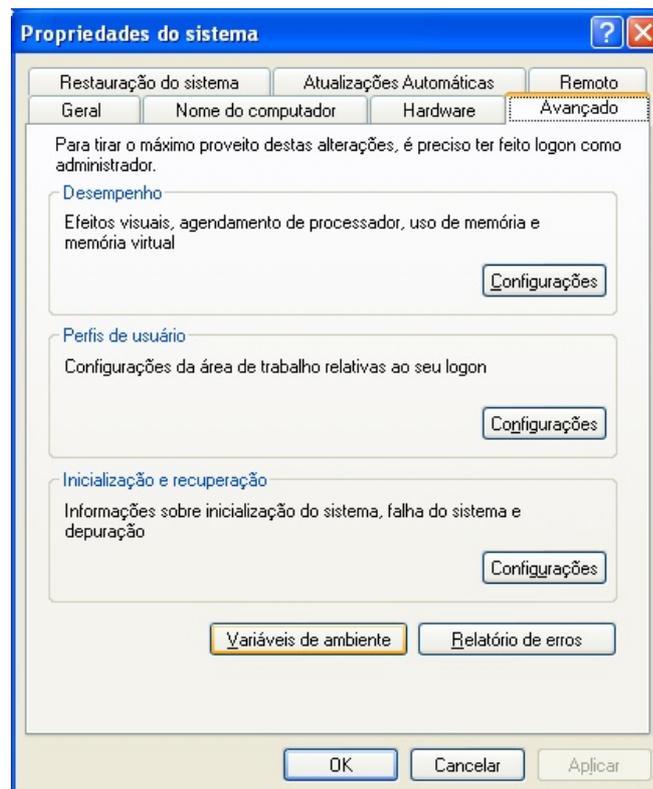
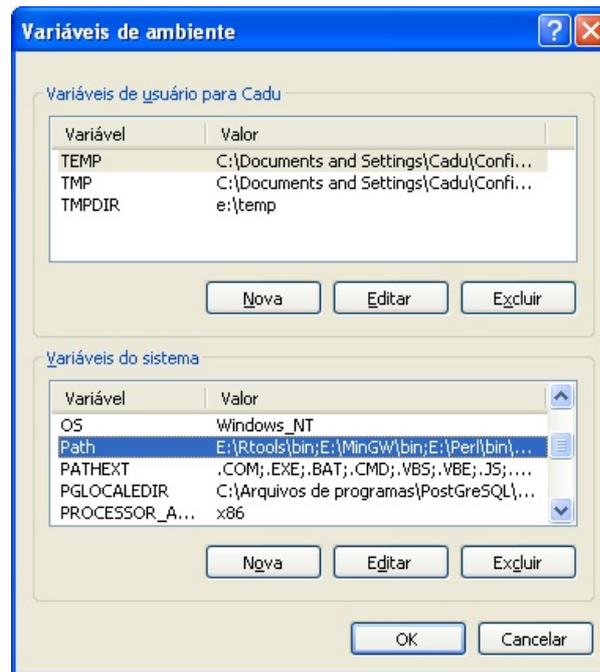
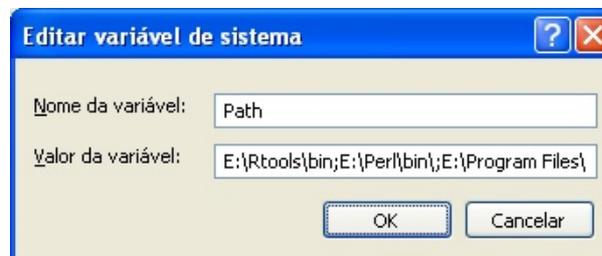


Figura 13 – Variáveis do sistema**Figura 14** – Variáveis de sistema

C.1.3 Roteiro de adaptações do *software*

As modificações que foram realizadas até o momento no layout das páginas de documentação se concentraram em adaptar o arquivo “RdConv.pm” localizado na subpasta de instalação do R “\share\perl\R”. Para facilitar o entendimento serão citadas apenas as linhas onde houve alterações de acordo com a Tabela 1 abaixo²⁷.

²⁷ baseadas na versão 2.6.0 do R

Tabela 1 – Novas funcionalidades do R

Funcionalidade	Comando LaTeX	Linhas alteradas
Imagens JPEG, TIFF ou GIF	<code>\img</code>	76, 1090 a 1093
Tradução dos títulos dos blocos	Os mesmos da versão original	857 a 862; 866 a 871; 1575 a 1580; 1584 a 1589; 2748 a 2753; 2757 a 2762; 3164 a 3169; 3173 a 3178
Padrão de cores para os comandos R	<code>\sampc</code>	76; 978; 1716; 2429; 3319
Padrão de cores para as saídas em R	<code>\sampr</code>	76; 977; 1717; 2430; 3320