

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
FACULDADE DE EDUCAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS- GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO

NAIRA VINCENZI DA SILVA

ESTUDOS PARA UMA MÉTRICA DA APRENDIZAGEM DO CURSO
DOMUS – PROCEL EDIFICA: INTEGRANDO MAPAS CONCEITUAIS
E TAXONOMIA REVISADA PARA UM SISTEMA INTELIGENTE DE
AVALIAÇÃO NA *WEB*

Uberlândia- MG
2013

NAIRA VINCENZI DA SILVA

**ESTUDOS PARA UMA MÉTRICA DA APRENDIZAGEM DO CURSO DOMUS –
PROCEL EDIFICA: INTEGRANDO MAPAS CONCEITUAIS E TAXONOMIA
REVISADA PARA UM SISTEMA INTELIGENTE DE AVALIAÇÃO NA WEB**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação, Mestrado da Faculdade de Educação Universidade Federal de Uberlândia, como requisito parcial à obtenção do título de mestre em Educação.

Área de Concentração: Saberes e Práticas Educativas

Orientadora: Prof.^a Dra. Elise Barbosa Mendes

Uberlândia- MG
2013

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema de Bibliotecas da UFU, MG, Brasil.

-
- S586e Silva, Naira Vincenzi da, 1979-
2013 Estudos para uma métrica da aprendizagem do curso Domus –Procel Edifica: integrando mapas conceituais e taxonomia revisada para um sistema inteligente de avaliação na *web* / Naira Vincenzi da Silva. -- 2013. 112 f. : il.
- Orientadora: Elise Barbosa Mendes.
Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Uberlândia, Programa de Pós-Graduação em Educação.
Inclui bibliografia.
1. Educação - Teses. 2. Domus –Procel Edifica – Teses. 3. Ensino a distância – Avaliação - Teses. 4. Aprendizagem – Teses. I Mendes, Elise Barbosa. II. Universidade Federal de Uberlândia. Programa de Pós-Graduação em Educação. III. Título.

CDU: 37

Naira Vincenzi da Silva

**Estudos para uma métrica da aprendizagem do curso Domus – Procel Edifica:
Integrando Mapas Conceituais e Taxonomia Revisada num Sistema Inteligente de
Avaliação na Web**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação, Mestrado da Faculdade de Educação Universidade Federal de Uberlândia, como requisito parcial à obtenção do título de mestre em Educação.

Área de Concentração: Saberes e Práticas Educativas

Uberlândia, 13 de março de 2013.

Banca examinadora:

Profa. Dra. Elise Barbosa Mendes
(Orientadora – UFU)

Prof. Dr. Eduardo Kojy Takahashi
(Examinador – UFU)

Prof. Dr. João Bosco da Mota Alves
(Examinador – UFSC)

Uberlândia- MG
2013

Dedico aos meus queridos pais Adão e Maria Sueli.

Aos meus irmãos Fábio, Evandro e Daniel, sobrinhos
Thais e Henri, pelo amor, apoio, incentivo, compreensão,
paciência e carinhos eternos.

AGRADECIMENTOS

À Eletrobrás e a PUC/P pelo apoio financeiro e pela contribuição do *corpus* de pesquisa durante esta trajetória.

À Dra. Elise Barbosa Mendes, minha orientadora, que não somente acreditou em meu objeto de pesquisa, contribuiu para meu crescimento como ser humano, proporcionou-me essa rica experiência do trabalho interdisciplinar da área de disseminação do projeto Domus – Procel Edifica e considerou que novos desafios valeriam a pena.

Ao Prof. Dr. Nathan Mendes, coordenador geral do projeto ECV 283/08, projeto firmado entre Eletrobrás e APC/PUCPR - Software Domus: Validação, Pesquisa e Disseminação, pela oportunidade de fazer parte dessa equipe, permitindo o meu desenvolvimento como profissional e pessoa.

Aos professores Dr. Eduardo Kojy Takahashi e Dra. Eliane Elias Ferreira dos Santos da Universidade Federal de Uberlândia, pelas contribuições e diferentes pontos de vistas em relação à pesquisa em minha qualificação de mestrado.

Aos profissionais da área Instrucional, Arquitetura e Computacional, por contribuírem diretamente na produção e desenvolvimento do material utilizado para a exemplificação desse trabalho.

À Secretaria de Educação do Estado de Minas Gerais, por tornar possível meu aprimoramento tanto profissional quanto acadêmico.

À direção, professores e funcionários da Escola Estadual Doutor Duarte Pimentel de Ulhã, pelo incentivo e esforços para tornar minha dedicação mais eficaz.

Enfim, a todos que de alguma maneira, direta ou indiretamente, contribuíram para que esse trabalho se concretizasse.

SUMÁRIO

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS	i
LISTA DE FIGURAS	ii
LISTA DE TABELAS	iii
LISTA DE QUADROS	iv
RESUMO	v
CAPÍTULO 1	1
INTRODUÇÃO.....	1
Objetivo Geral	3
Objetivos Específicos	3
CAPÍTULO 2	6
ESTADO DA ARTE	6
FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	12
2.1 - Aprendizagem Significativa Proposicional e Mapas Conceituais.....	12
2.1.1 - Topologia da Aprendizagem Proposicional	12
2.1.2 - Mapas Conceituais	15
2.2 - Taxonomia Revisada de Bloom: Alinhamento entre conhecimentos, processos cognitivos e avaliação	16
2.2.1 – Conhecimento Procedimental.....	18
2.3 - Métricas de Avaliação e Sistemas Inteligentes	20
2.3.1- Princípios de Avaliação Formativa e Feedback	26
CAPÍTULO 3	31
METODOLOGIA E DESENVOLVIMENTO.....	31
3.1 – Construção Cooperativa de Mapas Conceituais Curriculares	31
3.2 - Mapas conceituais e matriz dos objetivos e processos cognitivos	44
3.3 - Orientação e acompanhamento da elaboração dos Exercícios.....	62

3.4 – Explorando os recursos da Moodle – postagem dos exercícios	77
3.5 – Inferências dos pesos nas categorias do conhecimento procedimental e métrica avaliativa.....	82
3.6 – Alguns passos a serem realizados pelo Sistema Inteligente	92
CONSIDERAÇÕES FINAIS	96
BIBLIOGRAFIA	97

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

CAI	- <i>Computer-Assisted Instructional</i>
CALs	- <i>Client Access License</i>
CIS	- <i>Collaborative Inquiry System</i>
CGIEE	- Comitê Gestor de Indicadores de Eficiência Energética
CORAL	- <i>Cooperative Remotely Accessible Learning</i>
ENCE	- Etiqueta Nacional de Conservação de Energia
GT - Edificações	- Grupo Técnico para Eficiência de Energia nas Edificações
IA	- Inteligência Artificial
ITES	- Sistema de Teste e de Diagnóstico
MCQs	- <i>Multiple-Choice Questions</i>
MOODLE	- <i>Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment</i>
RTQ	- Regulamentação Técnica de Qualidade
ST	- Secretaria Técnica de Edificações
STI	- <i>Intelligent Tutoring System (ITS)</i>
WEB	- <i>World Wide Web (WWW)</i> = Rede de Alcance Mundial

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Mapa conceitual mostrando os principais conceitos e como deve ser lido, de cima para baixo.	15
Figura 2 - O Organizador Gráfico do <i>software</i> Domus.	33
Figura 3 - Mapa conceitual do Domus elaborado pela equipe instrucional: Visualização e Edição.	35
Figura 4 - Mapa dos conceitos da envoltória do Domus integrado à Arquitetura Bioclimática (laranja), RTQ (roxo) e Física das Edificações (borda em roxo).	36
Figura 5 - Primeiro mapa apresentado pelos profissionais da Arquitetura.	37
Figura 6 - Mapa conceitual após reflexão cooperativa.	39
Figura 7 - Mapa conceitual com conceitos específicos da Física das Edificações (borda em vermelho) e RTQ (laranja com bordas verde e com preenchimento em roxo) e as anotações cooperativa e síncrona.	41
Figura 8: Versão final do mapa do Domus relacionado a Envoltória.	43
Figura 9: Parte da matriz do processo cognitivo e objetivos específicos – Entender.	46
Figura 10 - Nova matriz das três categorias do Conhecimento: Conhecimentos de habilidades de conteúdos específicos (rosa), Conhecimentos de técnicas específicas e métodos (cinza) e Conhecimento de critérios para determinar quando usar um procedimento apropriado (ocre).	51
Figura 11 - Janelas de inserir aberturas e proteção solar no Domus.	52
Figura 12 - Parte da matriz de Dados de Entrada com objetivos e processos cognitivos referentes ao Conhecimento Procedimental – objetivos do exercício de inserir janela (marcado em vermelho).	52
Figura 13 - Telas da configuração de Relatórios de Saída do Domus: Conforto em Ambientes Naturalmente Ventilados -(Marcado em vermelho) e seus respectivos dados de saída.	56
Figura 14 - Parte da matriz de Dados de Saída com objetivos e processos cognitivos referentes ao Conhecimento Procedimental – objetivos de Ambientes Naturalmente Ventilados (marcados em vermelho).	57
Figura 15 - Parte da matriz de Eficiência Energética – RTQ-C - com objetivos e processos cognitivos referentes à terceira categoria do Conhecimento Procedimental, exercício 3 (marcado em vermelho).	59
Figura 16 - Matriz completa dos objetivos – foco na primeira coluna – conhecimentos de habilidades de conteúdos específicos.	64

Figura 17: Parte da matriz dos objetivos – Dados de Entrada – relação dos exercícios propostos - conhecimentos de habilidades de conteúdos específicos com inferência de pesos	77
Figura 18 – Ambiente disponível para a inserção de atividades na plataforma Moodle.....	79
Figura 19 – Tela de visualização da questão com alternativas de múltipla escolha com níveis de complexidade.....	81
Figura 20 - Tela de visualização das respostas e <i>feedback</i>	81
Figura 21 - Matriz dos objetivos instrucionais representados nas três categorias dos conhecimentos procedimentais com a associação dos níveis e inferências dos pesos.....	84
Figura 22- Representação de três testes avaliativos relacionando pesos às categorias e aos exercícios, pontuação obtida por um estudante, cálculos da pontuação por níveis e o percentual do total de pontos.....	87
Figura 23- Exemplificação da classificação do percentual total adquirido pelo estudante, utilizando a teoria da Lógica Fuzzy.....	88
Figura 24- Parte do Organizador gráfico do Domus – Dados de Entrada e malha conceitual dos Aspectos Construtivos e Aspectos de Uso – conceitos superordenados (vermelho) e os subordinados principais (roxo) e os demais conceitos específicos.....	91
Figura 25 – Esboço da sequência lógica das etapas de execução do sistema inteligente com associação a algumas telas de exemplificação	93

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Seleção de artigo	6
Tabela 2 - Tabela reorganizada das ferramentas dos STI e pedagogias.....	22

LISTA DE QUADROS

Quadro 1- Formas de Aprendizagem Significativa – Teoria da Assimilação.	14
Quadro 2 - Taxonomia dos objetivos cognitivos.....	16
Quadro 3 - Taxonomia dos objetivos cognitivos.....	17
Quadro 4: Categorias do Processo Cognitivo Aplicar – Taxonomia Revisada de Bloom	18
Quadro 5 - Especificações do Processo Cognitivo Aplicar.....	18
Quadro 6 - Oito sub-tarefas do STI.	24
Quadro 7 - A avaliação e a boa prática do <i>feedback</i>	27
Quadro 8 - Tópicos dos conteúdos para o primeiro curso.....	32
Quadro 9 - Objetivos Educacionais.	47
Quadro 10 - Primeiro exercício (simples) enviado pela equipe da Arquitetura.	48
Quadro 11 - Segundo exercício (complexo) enviado pela equipe da Arquitetura.....	49
Quadro 12 - Enunciado contextualizado – sugestão na reunião interdisciplinar.....	50
Quadro 13 - Exemplo de exercício de Lembrar e Executar, característica do conhecimento de habilidades de conteúdos específicos.	53
Quadro 14 - Exemplo de exercício de Entender e Executar, característica dos Conhecimentos de Técnicas específicas e métodos.	57
Quadro 15 - Exemplo de exercício de Analisar, Avaliar, Criar e Implementar, característica do Conhecimento de critérios para determinar quando usar um procedimento apropriado.....	59
Quadro 16 - Esboço do exercício elaborado – Dados de Saída – Lembrar e Executar.....	65
Quadro 17 - Tópicos discutidos.....	66
Quadro 18 - Exercício reformulado de Dados de Saída – Lembrar e Executar.	67
Quadro 19 - Exemplo de Exercício - identificação e memorização das telas dos procedimentos de aplicação no Domus – Dados de Entrada: Elementos Construtivos – 1ª forma de avaliar..	70
Quadro 20: Exemplo da categoria de avaliação identificação e memorização das telas da dos procedimentos do Domus	70
Quadro 21: Questão de Múltipla Escolha – categoria do Lembrar e Executar	74
Quadro 22 – Telas de postagem com inferência de pesos de acordo com o grau de complexidade nas alternativas de resposta	80
Quadro 23 – Inferência de Cálculos para métrica avaliativa - Nível I	83
Quadro 24 - Inferência de Cálculos para métrica avaliativa - Nível II.....	85
Quadro 25 - Inferência de Cálculos para métrica avaliativa - Nível III	86

RESUMO

O presente trabalho é uma pesquisa qualitativa e classificada como *practical and participatory action research designs* (desenho de pesquisa de prática e ação participativa), que tem como intuito criar um desenho instrucional para uma métrica da aprendizagem do Software Domus – Procel Edifica, integrando mapas conceituais à taxonomia revisada de Bloom em um sistema inteligente de avaliação na *Web*. Essa métrica alinha mapas conceituais curriculares, conhecimentos procedimentais e conceituais do software Domus – Procel Edifica aos processos cognitivos de retenção, entendimento e aplicação, oferecendo um modelo de desenho instrucional, que atribui pesos aos processos cognitivos alcançados pelos estudantes e identifica alguns princípios para sua aplicabilidade na avaliação da aprendizagem a distância. Apresenta-se ainda, resultados de alinhamento, inferência de pesos e um esboço da sequência lógica e etapas de execução do sistema inteligente, associando-se algumas telas de exemplificação.

Palavras chaves: Mapas Conceituais. Taxonomia de Bloom. Sistema Especialista. Tutor Inteligente. Avaliação Online.

ABSTRACT

This study is a qualitative research project classified as practical and participatory action research designs, which has as its aim the creation of an instructional design, used as a learning metric for Domus Software - Procel Edification, which integrates concept maps and the revised Bloom taxonomy into an intelligent web assessment system. This metric aligns curriculum concept maps along with conceptual and procedural knowledge of the Domus software - Procel edifies the retaining cognitive processes, provides understanding and application, through offering a model of instructional design, which assigns weights to those cognitive processes attained by students and identifies principles to be used in its applicability for the evaluation of distance learning. The authors also present the results for alignment, inferring weights as well as an outline of the logical sequence along with steps for the implementation of the intelligent system through the association of some exemplification slides.

Key Words: Concept Maps, Bloom Taxonomy. Specialist System. Intelligent Tutor. Online Evaluation.

CAPÍTULO 1

INTRODUÇÃO

A consciência ambiental do uso eficiente da energia deve ser um princípio da educação de qualidade, ao longo de toda a vida acadêmica do aluno, pois, desde o século XX, evidencia-se um desperdício de energia elétrica, sensivelmente nos setores públicos. Nesse sentido, a Regulamentação Técnica de Qualidade (RTQ) surgiu com o intuito de diminuir o consumo de energia elétrica, melhorar a utilização dos recursos naturais e elucidar o usuário acerca de fontes alternativas e de sistemas mais eficientes.

Na década de 70, com a crise do Petróleo, alguns países europeus e americanos desenvolveram fontes alternativas que possibilitaram menor consumo de energia e o suprimento de suas necessidades. Na medida em que as edificações nos setores públicos, residenciais e comerciais requisitavam muita energia, houve o emprego, no setor público, de tecnologias – como modelos matemáticos e simulação de cenários – para reduzir esse consumo.

No Brasil, em 2001, o Governo Federal, através da lei nº 10.295 (Política Nacional de Conservação de uso Racional de Energia), passou a classificar o nível de eficiência energética em edifícios, além de definir os mecanismos de avaliação. E, pelo decreto nº 4059 de 19/12/01, ficou estabelecido os consumos mínimo e máximo de energia, por meio do Comitê Gestor de Indicadores de Eficiência Energética (CGIEE) e do Grupo Técnico para Eficiência de Energia nas Edificações (GT – Edificações), responsável por elaborar e regulamentar os procedimentos de avaliação que, junto ao Programa Procel-Edifica, criado desde 2003 pela Secretaria Técnica de Edificações (ST – Edificações, no final de 2005), visavam o racionamento de energia, bem como oferecia subsídios à Regulamentação Técnica de Qualidade (RTQ).

A preocupação do Governo Federal brasileiro com o consumo de energia elétrica e o conhecimento da Regulamentação Técnica de Qualidade (RTQ) foi vital para os profissionais das áreas da Arquitetura, Construção Civil, Engenharia, Economia etc., pois elucidava a respeito dos recursos mais eficientes para a manutenção da economia e da qualidade de vida. A RTQ pode contribuir para melhorar a qualidade de vida das pessoas, além de conscientizá-

las quanto a um melhor aproveitamento dos recursos naturais, exortando a premência da sustentabilidade, precisamente por parte dos arquitetos e dos engenheiros.

No Brasil, no início dos anos 1970, foram vários empecilhos técnicos que impediram a disseminação do uso de simulação termoenergética de edificações, tais como: escassez de interface gráfica apropriada e com terminologias em português, a baixa capacidade de adaptação do clima e de topologia da geometria da edificação desses programas com nossa realidade. Mesmo considerando que na Europa e nos EUA, nessa época, tenha sido o início do grande desenvolvimento do software de simulação energética de edificações.

Em 1998, foi criada a primeira versão para padrões brasileiros de Simulação Higrotérmica e Energética em Edificações – o Software PowerDomus, com grande interesse em simulação de ventilação natural em ambientes e armazenamento e transporte de umidade em elementos porosos das edificações (<http://www2.pucpr.br/educacao/lst/equipe.html>). Nos tempos atuais, esse software é denominado Domus – Procel Edifica que contribui como instrumento de apoio à Eficiência Energética na Etiquetagem de Edificações no Brasil, recebendo apoio da Eletrobrás e órgãos de fomento tais como, CNPq, Fundação Araucária, Capes e FINEP.

Nesse sentido, a criação de um curso de disseminação do Domus - Procel Edifica como software de simulação higrotérmica e energética, proporciona um impacto social, político e econômico que justifica o empreendimento de elaborar tecnologias educacionais digitais.

O projeto ECV 238/PUCPR com Eletrobrás tem como responsável o coordenador geral Prof. Dr. Nathan Mendes e com a coordenadora da área de disseminação Prof^a. Dr^a. Elise Barbosa Mendes, além de três bolsistas da área Computacional e sete integrantes da área Instrucional. Entre esses participantes, dois professores universitários de Arquitetura, um bolsista de IC e um de DTI (pesquisador) da área instrucional, residentes em diferentes regiões do país (Curitiba – PR, Uberlândia e Belo Horizonte – MG e Maceió – AL). Para as ações cooperativas entre os membros da equipe foram necessárias reuniões síncronas semanais, comunicações frequentes via *email* e reuniões presenciais com a equipe instrucional.

Dentre as diversas funções da área de disseminação, esse estudo sobre uma métrica de avaliação, fundamentada em teorias cognitivas e instrucionais contemporâneas, poderá ser útil para criar um sistema inteligente de avaliação da aprendizagem na *Web*.

Assim, a importância de se criar um sistema de avaliação para aprendizagem a distância é gerenciar a aprendizagem em qualquer tempo e espaço, não se precisa de tutor, pois permite a identificação de erros, proporciona feedbacks rápidos e eficientes o que estimula a aprendizagem, direciona o estudante às atividades específicas para amenizar ou aferir seus conhecimentos, oferece um grande acervo de mídias, além de variados recursos e mecanismos de interação.

Diante dessa justificativa, esta pesquisa se propõe a colaborar com a área de desenho instrucional do Convênio PUCPR/Eletróbrás, nos seguintes objetivos:

Objetivo Geral

Criar um protótipo de métrica da aprendizagem do curso Domus Procel – Edifica, que integra mapas conceituais e uma matriz educacional de alinhamento de objetivos instrucionais, processos cognitivos, exercícios e avaliação, com o intuito de contribuir com os estudos para a criação de um sistema inteligente de avaliação na *web*.

Objetivos Específicos

1. Colaborar com a identificação dos conhecimentos conceituais, procedimentais específicos do curso para a criação de mapas conceituais.
2. Definir e alinhar os objetivos instrucionais, conhecimentos procedimentais e conceituais, processos cognitivos e exercícios avaliativos.
3. Identificar Princípios de Avaliação da Aprendizagem na *Web*.
4. Criar um protótipo de desenho instrucional de matriz avaliativa que integra mapas conceituais de acordo com o alinhamento dos objetivos instrucionais, conhecimentos, processos cognitivos e exercícios, atribuindo pesos à complexidade dos processos e subprocessos cognitivos requeridos e alcançados na aprendizagem procedimental do Domus.

Dessa forma, nosso trabalho baseia-se na hipótese de que os mapas conceituais curriculares integrados à taxonomia de objetivos educacionais revisada podem oferecer um modelo de alinhamento entre conhecimentos, processos cognitivos, exercícios de aplicação e avaliação da aprendizagem, visando definir algumas diretrizes para a criação de um desenho instrucional, para um sistema inteligente de avaliação da aprendizagem na *Web*.

Esse trabalho está dividido em três partes: Parte I: Estado da Arte com a seleção de artigos e fundamentação teórica da Aprendizagem Significativa e Proposicional e Mapas Conceituais, Taxonomia Revisada de Bloom: Alinhamento entre conhecimentos, processos cognitivos e avaliação e Métricas de Avaliação e Sistemas Inteligentes. Parte II: Trabalho Proposto com a Metodologia e Desenvolvimento. Parte III: Considerações Finais e Bibliografia.

PARTE I

Estado da Arte e Fundamentação Teórica

CAPÍTULO 2

ESTADO DA ARTE

Nesse trabalho, pesquisas bibliográficas foram realizadas em bases de dados de periódicos da Capes, de bibliotecas de universidades nacionais e internacionais, ferramentas de navegação, dentre outros, a fim de se analisar o estado da arte de sistemas inteligentes de avaliação na *web*, mais especificamente, os que integram mapas conceituais, taxonomia de objetivos educacionais e métricas de avaliação em sistemas inteligentes.

Os principais artigos relacionados ao problema desta pesquisa foram organizados e sintetizados na Tabela 1.

Tabela 1 - Seleção de artigo

YOUNG TAEK JIN, BYOUNG WOOK CHOI, JAN JERRY. An Introduction of GQM Approach for Measuring Educational Activities for Accreditation. Hanbat National University, Daejeon, Korea, 2009. Disponível em: < http://ineerweb.osanet.cz/Events/ICEEiCEER2009/full_papers/full_paper_129.pdf >. Acesso em 06 abr 2011.		
Objetivos	Metodologia	Conclusão (Considerações Finais)
Mostrar a importância e a necessidade de se utilizar a medição quantitativa na avaliação de credenciamento, as características para não se coletar dados excessivos e desnecessários e como uma estrutura de medição GQM (<i>Goal-Question-Metric</i>) é introduzida para medir as atividades educacionais para o credenciamento.	Nesse trabalho foi utilizada a abordagem GQM como uma estrutura de medição. Os dados foram coletados atendendo as características qualitativas, sem excessos. Foram desenvolvidas medidas de avaliações (provas), que indicavam o grau em cada critério da engenharia, a fim de que todos fossem atendidos.	Os critérios solicitados para atender a necessidade do programa de credenciamento e o uso do GQM foram adequados, atingindo o foco da essência da medição, além de evitar a sobrecarga de trabalho e excesso de material a ser coletado e analisado.

VICTOR, R., GIANLUIGI, C.R.H.D. **The goal question metric approach.** 1994. Disponível: <<http://www.cs.toronto.edu/~sme/CSC444F/handouts/GQM-paper.pdf>>. Acesso em 27 fev 2012.

Objetivos	Metodologia	Conclusão (Considerações Finais)
Apresentar a abordagem de Pergunta <i>Goal Metric</i> e dar um exemplo de sua aplicação	Descrever o desenvolvimento de uma meta, baseando-se em fontes de base de informação (a política e a estratégia da organização que aplicam o GQM, o modelo de organização). A partir da especificação de cada meta, podem-se derivar questões significativas que caracterizam esse objetivo de forma quantificável. Assim, associar a questão com métricas adequadas. Uma vez que um modelo GQM foi desenvolvido, o próximo passo é a coleta de dados com uma técnica apropriada, ferramentas e procedimentos. Esses dados coletados foram mapeados e interpretados de acordo com o esquema definido previamente pelos organizadores.	O modelo GQM pode ser usado dentro do contexto de uma abordagem isolada ou mais geral, visando à melhoria da qualidade do software. A abordagem de Pergunta <i>Goal Metric</i> combina entre si com a maioria das abordagens atuais para medição, e a generalização permite incorporar processos e recursos, por exemplo, como produtos. O que a torna adaptável a diferentes ambientes, podendo ser aplicada em diversas organizações.

NICOL DAVID. **E-assessment by design using multiple-choice tests to good effect.** Journal of Further and Higher Education - Vol. 31, No. 1, February 2007, pp. 53–64 / Universidade de Strathclyde, no Reino Unido – Disponível em: <http://www.reap.ac.uk/reap/public/papers/MCQ_paperDN.pdf>. Acesso em 09 mar 2012

Objetivos	Metodologia	Conclusão (Considerações Finais)
Este artigo identifica algumas limitações associadas ao MCQs do ponto de vista pedagógico, fornece um quadro de avaliação e um conjunto de princípios de <i>feedback</i> , traz exemplificações de aplicações e mostra diferentes formas, em que MCQs pode ser usado para apoiar o desenvolvimento da autorregulação dos alunos. Utiliza estudos de caso de práticas de avaliação elaborados a partir de pesquisas publicadas.	MCQs não são normalmente associados com a pesquisa, com cursos superiores ou utilizando as novas tecnologias. Assim como, não ocorrem associações e aplicações com os sete princípios de <i>feedback</i> . No entanto, esse trabalho procura mostrar o valor de se fazer tal associação.	O artigo mostra práticas de avaliação no ensino superior, utilizando o teste MCQ. Traz exemplos de aplicação e mostra que esse teste pode ser mais “potente” quando estiver ligado a objetivos pedagógicos claros e aplicado a um conjunto de princípios. Nesse caso, os sete princípios de boas práticas de <i>feedback</i> .

NICOL DAVID. **Principles of good assessment and feedback: Theory and practice.** Online Conference on Assessment Design for Learner, 2007 - Assessment design for learner responsibility 29-31 May 07. Disponível em: <http://www.york.ac.uk/media/staffhome/learningandteaching/documents/keyfactors/Principles_of_good_assessment_and_feedback.pdf>. Acesso em 06 mar 2012.

Objetivos	Metodologia	Conclusão (Considerações Finais)
Fornecer um quadro de referência para a teoria e prática da avaliação no ensino superior, oferecer justificativa para esses princípios e seus critérios de seleção, mostrar que a implementação desses princípios é analisada em relação a duas dimensões, argumentar a importância para os professores ao implementar e avaliar sua prática avaliativa e apresentar os problemas identificados com a experiência no primeiro ano do ensino superior.	O trabalho demonstra por que os princípios são importantes. Descreve a aplicação do projeto, que utilizou todos esses princípios para análise e avaliação das práticas de avaliação – Reengenharia Prática de Avaliação (REAP). Demonstra a análise na forma de diagrama bidimensional, por exemplo, acadêmico-social, na qual, uma das dimensões permite visualizar o engajamento - capacitação e na outra, a parte social.	Conclui-se que alguns princípios podem ser conflitantes e que é importante o papel do professor, que tem desafios de sobrecarga de trabalho, pois as avaliações e <i>feedback</i> personalizados auxiliam melhor as necessidades distintas dos alunos. Apesar dos princípios poderem ter efeitos diferentes, dependendo da aplicação, o diagrama se revelou útil, pois pode ser usado para mapear as características de avaliações e estratégias em diferentes anos de estudo.

NOVAK, J. D. & A. J. CAÑAS. **The Theory Underlying Concept Maps and How to Construct and Use Them**, Technical Report IHMC CmapTools 2006-01 Rev 01-2008, Florida Institute for Human and Machine Cognition, 2008. Disponível em: <<http://cmap.ihmc.us/Publications/ResearchPapers/TheoryUnderlyingConceptMaps.pdf>> Acesso em: 11 dez. 2009

Objetivos	Metodologia	Conclusão (Considerações Finais)
Apresentar o conceito do que é chamado mapa conceitual com seus fundamentos teóricos. Mostrar a ferramenta <i>CmapTools</i> , críticas, comentários, recursos para sua utilização, o que oferece oportunidades de troca de experiências entre pesquisadores e usuários.	Relata as definições dos termos específicos e como apresentá-los na elaboração de um mapa conceitual, utilizando a ferramenta <i>CmapTools</i> . Descreve como construir um bom mapa conceitual e os passos para adquirir e utilizar recursos de imagens, vídeos, páginas da <i>web</i> entre outros. Além de facilitar a elaboração cooperativa a distância permite criar e alterar os mapas de forma síncrona.	Os mapas conceituais estão sendo usados não só na educação, mas em empresas, a fim de ajudar o esclarecimento das equipes, planejamento para resolver problemas administrativos, comercialização ou criação de novos produtos para comercialização.

FABIENNE, M. VAN DER KLEIJ e outros. **Effects of feedback in a computer-based assessment for learning**, Computers & Education, Volume 58, Issue 1, January 2012, Pages 263-272, ISSN 0360-1315, 10.1016/j.compedu.2011.07.020. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0360131511001783>> Acesso em 28 mar 2012.

Objetivos	Metodologia	Conclusão (Considerações Finais)
Apresentar um estudo de investigação dos efeitos dos resultados de aprendizagem dos alunos, utilizando-se diferentes métodos para fornecer <i>feedback</i> em avaliação realizada por computador, além de explorar as atitudes dos estudantes, diante das formas diferentes em que os <i>feedbacks</i> foram apresentados.	Os alunos foram divididos aleatoriamente em três grupos e submetidos a uma avaliação de aprendizagem com diferentes tipos de <i>feedback</i> . Trata-se de conhecimento imediato da resposta correta (KCR) + gabaritos elaborados (EF), atraso KCR + EF, e o conhecimento tardio dos resultados (KR). Foi utilizada uma avaliação somativa como um pós-teste.	Nenhum efeito significativo foi encontrado para a condição de <i>feedback</i> sobre o desempenho dos alunos no pós-teste. Resultados sugerem que os alunos davam mais atenção ao imediato do que o <i>feedback</i> atrasado. Além disso, o tempo passado com a leitura do gabarito foi, positivamente, influenciado pela atitude dos alunos e pela motivação. Os alunos perceberam, de imediato, KCR + EF, <i>feedback</i> podem ser mais úteis para o aprendizado KR. E também os alunos que tiveram uma resposta mais positiva em relação ao gabarito em um CBA, quando receberam KCR + EF, ao invés de somente o KR.

CHEN, CHING-HUEI; I.-CHIA WU. **The interplay between cognitive and motivational variables in a supportive online learning system for secondary physical education**. Computers & Education - Volume 58, Issue 2 - selected pp. 679-862 (February 2012). Acesso em 28 mar 2012.

Objetivos	Metodologia	Conclusão (Considerações Finais)
Apresentar um modelo usado para testar efeitos de variáveis cognitivas e motivacionais na aprendizagem, em um Sistema de Pesquisa Colaborativa (CIS). Explora a relação motivacional dos alunos, o conhecimento prévio e cognitivo, o uso de estratégias metacognitivas e a atuação em ambientes online. Mostra a análise estatística e as suas	Nesse estudo, foram utilizadas guias de informações (<i>data-driven</i>) na abordagem para examinar a interação entre as variáveis cognitivas e motivacionais que influenciam os resultados da aprendizagem dos alunos, em ambiente de aprendizagem online. Apresentou discussões, que implicitamente foram afirmativas a respeito da universalidade da cognição e motivação humana, com intenção de conciliar a singularidade dos contextos online em relação a	Os resultados apresentados foram tanto positivos quanto negativos na correlação entre desempenho, motivação, cognição, estratégias metacognitivas e aprendizagem. Apresentam 3 contribuições importantes, pois, 1-combina cognição e motivação os quais se influenciam e raramente são estudadas; 2- realça a necessidade de cognição e sua potência na investigação e suas influências

influências, para se chegar a um bom desempenho na aprendizagem online.	outros ambientes.	motivacionais; 3- testa a relação do uso de estratégias metacognitivas.
---	-------------------	---

HWANG, GWO-JEN. A conceptual map model for developing intelligent tutoring systems, Computers & Education, Volume 40, Issue 3, April 2003, Pages 217-235, ISSN 0360-1315, 10.1016/S0360-1315(02)00121-5. Disponível em: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0360131502001215> Acesso em 23 mar 2012.		
Objetivos	Metodologia	Conclusão (Considerações Finais)
Mostrar a realização de um sistema de CAL (<i>Client Access License</i>) e o ambiente desenvolvido de tutoria inteligente em redes de computadores, com o propósito de ajudar o progresso dos alunos na aprendizagem.	Apresentou um estudo e uma proposta com um modelo de mapa conceitual, oferecendo sugestões de aprendizagem, através da análise dos materiais e resultados de testes. Descreveu estratégias dos ITES (Sistema de teste e de diagnóstico) e forneceu os métodos de cálculos estatísticos dos resultados experimentais que foram responsáveis por avaliar a eficácia da nova abordagem.	Conclui-se que a abordagem e os métodos aplicados no experimento obtiveram resultados positivos, auxiliando o aluno no progresso de sua aprendizagem. Os resultados apresentados comprovaram estatisticamente, nesse caso particularmente, que os objetivos foram alcançados. A nova abordagem será o planejamento e a investigação de aplicação em sistema de tutoria inteligente online, em diferentes cursos, para demonstrar que, com sua implementação em redes de computadores, os resultados experimentais são benéficos e merecem uma investigação mais aprofundada.

Os conteúdos abordados nos artigos selecionados da Tabela 1, tiveram grande relevância, pois, proporcionaram reflexões, discussões e desafios teóricos e práticos. O artigo de Novak (2008), “*The Theory Underlying Concept Maps and How to Construct and Use Them*”, apresentou todos recursos e meios para o conhecimento e utilização da ferramenta *CmapTols*, a qual agregou a fundamentação teórica da Aprendizagem Significativa subjacente aos mapas conceituais, além de permitir o trabalho cooperativo e síncrono na produção de mapas conceituais interdisciplinares com profissionais a distância.

No “*E-assessment by design using multiple-choice tests to good effect*”, elucidou-se a utilização dos MCQs, o potencial desse tipo de teste, quando está ligado a objetivos bem definidos e aplicados a um conjunto de princípios, seja aos sete ou dez princípios de avaliação

e boa prática do *feedback*. As reflexões a respeito dos princípios – “*Principles of good assessment and feedback: Theory and practice*”; e “*Effects of feedback in a computer-based assessment for learning*” contribuíram para que “surgisse” o desafio de desenvolver materiais significativos, exemplificações, meios para aplicar e adaptar as teorias ao ambiente do curso que está sendo criado e ainda dar indicativos de melhorias para aplicações utilizando-se tecnologias que possam auxiliar, eficientemente, o ensino e aprendizagem, além de permitir o autogerenciamento do estudante de forma eficaz. Por exemplo, com as pesquisas a respeito de tipos diferentes de *feedback* constatou-se que quanto mais rápido se tem o conhecimento dos resultados, melhor é a aprendizagem.

Em “*The interplay between cognitive and motivational variables in a supportive online learning system for secondary physical education*”, permitiu-se que, ao iniciar a elaboração do material para o curso, o planejamento e os objetivos fossem definidos. Assim, nos primeiros esboços das atividades que serão desenvolvidas, pretende-se que haja uma identificação do que foi elaborado em relação ao proposto. Mantendo-se, porém, a atenção na diversidade e riqueza de informações (hipertextos, exercícios, vídeos, etc.) de forma a oferecer combinação, interação entre algumas variáveis importantes destacadas: cognição, motivação, desempenho, estratégias metacognitivas e aprendizagem.

Estes pontos destacados fizeram com que, ao analisar o artigo “*A conceptual map model for developing intelligent tutoring systems*”, as expectativas e integração do trabalho multidisciplinar que estamos propondo, venham enriquecer os estudos já realizados. Ao relatar a utilização dos mapas conceituais em tutores inteligentes, em que se permite ao estudante o autogerenciamento da aprendizagem, mostrou resultados estatísticos para avaliar o conhecimento, rastreando os conceitos que demonstraram aprendido e os que demonstraram dificuldades. Apresentou, assim, um relatório (*feedback*) direcionado aos conhecimentos prévios que devem ser vistos e revistos, indicando o próximo passo a ser realizado, a fim de se adquirir os conceitos básicos necessários.

As teorias que fundamentam os artigos supracitados e as estratégias de desenvolvimento desses sistemas de avaliação foram analisadas, e nelas identificamos os conceitos e princípios norteadores da fundamentação teórica dessa pesquisa, com o intuito de criar uma proposta de alinhamento dos mapas conceituais curriculares, taxonomia revisada e métrica, para um protótipo de um desenho instrucional de um sistema inteligente de avaliação da aprendizagem a distância.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Na fundamentação teórica abordam-se a aprendizagem significativa proposicional e mapas conceituais, topologia da aprendizagem proposicional, mapas conceituais, taxonomia, métrica de avaliação, sistemas inteligentes, princípios de avaliação formativa e *feedback*.

2.1 - Aprendizagem Significativa Proposicional e Mapas Conceituais

Ausubel (1982) diferencia dois tipos de aprendizagem: mecânica e significativa. A aprendizagem significativa consiste na assimilação da nova informação e sua acomodação à estrutura já organizada, isto é, consiste num processo de interação (não por uma simples associação) entre os aspectos relevantes da estrutura cognitiva com a nova informação, contribuindo para a diferenciação, elaboração e estabilidade dos conhecimentos específicos preexistentes. As ideias expressas (imagem, símbolo, conceito ou proposição) simbolicamente são relacionadas às informações previamente adquiridas pelo sujeito através de uma relação não-arbitrária e substantiva (não literal) com uma estrutura específica, denominada por Ausubel de subsunção¹. Assim, pode-se afirmar que a aprendizagem significativa ocorre quando a nova informação ancora-se em conhecimentos relevantes preexistentes na estrutura cognitiva,

A aprendizagem significativa proposicional, própria do pensamento adulto, segundo Ausubel (1980), ocorre numa topologia hierárquica conceitual por diferenciações progressivas e reconciliações integrativas, que ocorrem de forma subordinada, superordenada ou pela combinação das duas na integração, com as ideias relevantes na estrutura cognitiva – subsunções (conhecimento prévio).

2.1.1 - Topologia da Aprendizagem Proposicional

Na forma **subordinativa**, a aprendizagem resulta na organização hierárquica em diferenciações progressivas na estrutura cognitiva, e sua eficiência pode ser atribuída ao fato de as ideias estarem agrupadas, devido a: 1- haver o máximo de relevância específica e direta

¹ O subsunção é uma ideia, uma proposição já existente na estrutura cognitiva e serve como ideia-âncora às novas informações.

para as tarefas de aprendizagem subsequente; 2- dispor de poder explanatório suficiente para representar detalhes factuais potencialmente significativos, o que em outras circunstâncias seriam arbitrários; 3- possuir estabilidade interna suficiente para proporcionar o tipo mais firme de esteio para significados recém – aprendidos; 4- organizar novos fatos relacionados em torno de um tema comum, integrando entre si os elementos componentes da nova informação e o conhecimento existente. (AUSUBEL, 1980, p.49)

A aprendizagem **subordinativa** distingue-se em dois tipos: a **derivativa** – ocorre quando se quer ilustrar ou exemplificar para sustentar uma proposição apreendida anteriormente; a **correlativa** – ocorre quando o novo conteúdo é uma extensão, elaboração, modificação ou uma qualificação de proposições previamente adquiridas.

Verifica-se a aprendizagem **superordenada** quando se aprende uma nova proposição inclusiva que condicionará o surgimento de várias outras ideias. Portanto, a aquisição de significado superordenado ocorre mais frequentemente na aprendizagem conceitual.

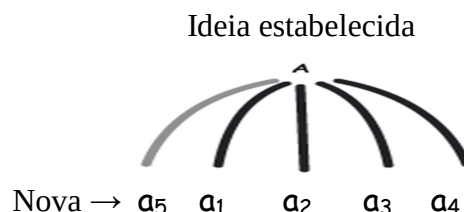
A aprendizagem **combinatória** se resume em uma relação da subordinativa com a superordenada em que as ideias relevantes na estrutura cognitiva condicionam o aparecimento de ideias que devem não estar subordinadas a determinadas proposições, originando, assim, significados combinatórios.

No quadro 1, estão representadas as formas de aprendizagem significativa, segundo a teoria da assimilação.

Formas de Aprendizagem Significativa Segundo a Teoria da Assimilação

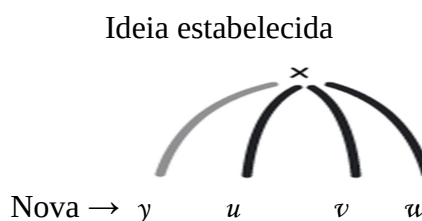
1- Aprendizagem Subordinativa

A. Subordinação derivativa:



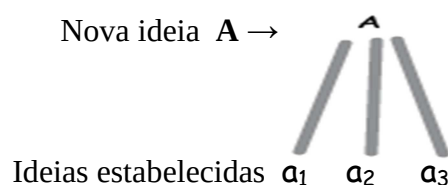
Na aprendizagem subordinativa, a informação nova a_5 está ligada à ideia superordenada A e representa outro exemplo ou extensão de A. Os atributos essenciais do conceito A não sofreram alterações, mas os novos exemplos são considerados relevantes.

B. Subordinação correlativa:



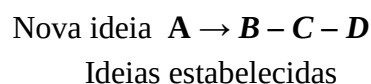
Na aprendizagem subordinativa correlativa, a nova informação y está ligada à ideia X, mas não é uma extensão, modificação ou qualificação de X. Os atributos essenciais do conceito subordinativo podem ser ampliados ou modificados com a nova subordinação correlativa.

2- Aprendizagem Superordenada:



Na aprendizagem superordenada, as ideias estabelecidas a_1 , a_2 e a_3 são consideradas exemplos mais específicos da nova ideia A e passam a associar-se a A. A ideia superordenada A é definida por um novo conjunto de atributos essenciais que abrangem as ideias subordinadas.

3- Aprendizagem Combinatória:



Na aprendizagem combinatória, a nova ideia A é vista como relacionada às ideias existentes B, C e D, mas não é mais abrangente nem mais específica do que as ideias B, C e D. Neste caso, considera-se que a nova ideia A tem alguns atributos essenciais em comum com as ideias preexistentes.

4- Teoria da Assimilação:

A nova informação está relacionada aos aspectos *relevantes preexistentes* da estrutura cognitiva e tanto a nova informação como as estruturas preexistentes são modificadas no processo. Grande parte da aprendizagem significativa é essencialmente a assimilação da nova informação.

Fonte: AUSUBEL, 1980, p.57

2.1.2 - Mapas Conceituais

Os mapas conceituais são tecnologias cognitivas (JONASSEN *et al.*,1999), contribuem com a aprendizagem significativa, devido a sua estrutura topológica, que é semelhante à assimilação proposicional proposta por Ausubel (1980). Trata-se de um instrumento gráfico que organiza o conhecimento em uma topologia conceitual, em estrutura de redes que se distribuem por diferenciações progressivas, do conceito mais inclusivo ao mais específico, e conectam-se em relações semânticas e reconciliações integrativas. Através da topologia dos mapas conceituais, exemplificado na Figura 1, são identificados os conceitos e as proposições essenciais a serem aprendidas e o fio condutor para a aprendizagem significativa em longo tempo.

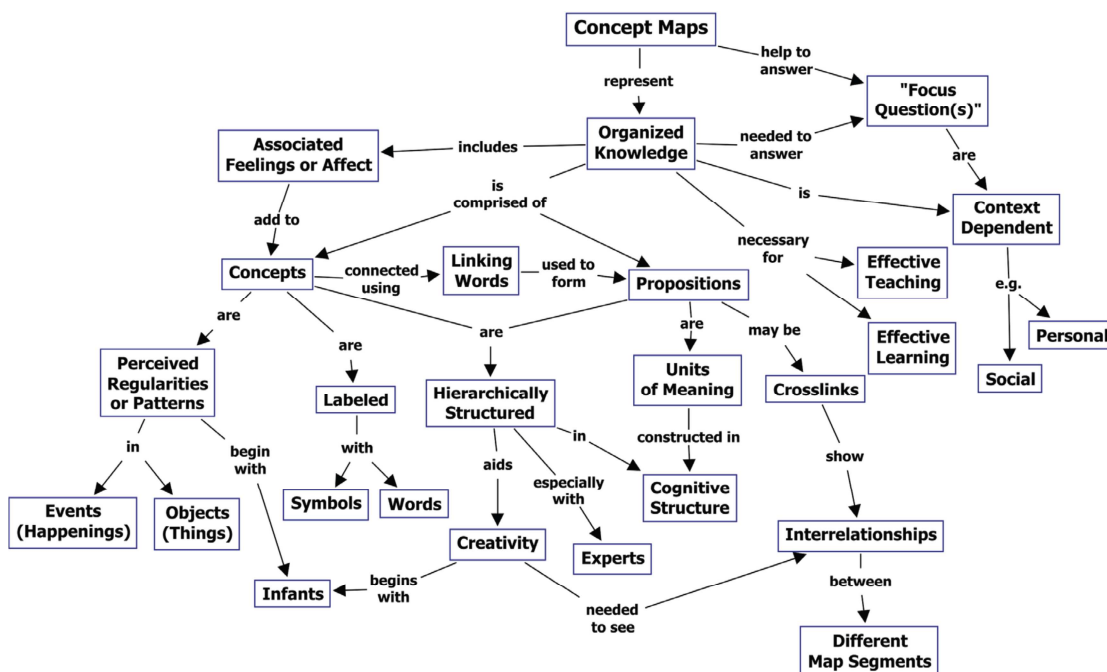


Figura 1- Mapa conceitual mostrando os principais conceitos e como deve ser lido, de cima para baixo.

Fonte: NOVAK, 2008, p.2.

2.2 - Taxonomia Revisada de Bloom: Alinhamento entre conhecimentos, processos cognitivos e avaliação

Benjamin S. Bloom (1913-99), junto com seu mentor Ralph Tyler, desenvolveram um sistema (ou “taxonomia²”) de especificações para permitir a formação educacional e definir objetivos de aprendizagem, com o propósito de melhorar a eficácia da aprendizagem.

Bloom acreditava, no início, que a educação não deveria simplesmente ter uma abordagem utilitarista ao transferir conhecimentos e sim, concentrar-se nas formas superiores do pensamento e no domínio cognitivo dos indivíduos, o que permitiu, em 1956, a publicação da primeira parte da Taxonomia de Bloom³ (juntamente com colaboradores).

Os responsáveis por criar uma nova versão da Taxonomia de Bloom foi Dr. Lorin Anderson, um antigo aluno de Bloom, e seus colegas, na tentativa de corrigir alguns problemas da taxonomia original, diferenciando “saber o quê” (conteúdo do raciocínio) de “saber como” (procedimentos para resolver problemas).

A Dimensão do Conhecimento (Quadro 2) é o “saber o quê” dividida em quatro categorias: conceitual, factual, procedimental e metacognitivo⁴. A dimensão dos Processos Cognitivos (Quadro 3) possui seis capacitações (como na versão da Taxonomia original), que são lembrar, entender, aplicar, analisar, avaliar e criar; ressaltando que cada uma tem o seu grau de complexidade, isto é, da mais simples a mais complexa.

Quadro 2 - Taxonomia dos objetivos cognitivos

CONHECIMENTO	
Factual (elementos para o conhecimento de uma disciplina ou para a solução de um problema)	• Terminologia • Conhecimento e Detalhes Específicos • Classificação e Categorias
Conceitual (as inter-relações entre os elementos básicos de uma estrutura que os permite funcionar juntos)	• Princípios e Generalização • Teoremas e Leis (Teorema de Pitágoras, Lei da Oferta e da Procura) • Teorias, Modelos e Estruturas
Procedimental (como fazer algo, métodos de questionamento, critérios para usar habilidades desenvolvidas, algoritmos,	• Algoritmos e Habilidades Desenvolvidas (Skills) de um Assunto Específico • Critérios para determinar quando usar Procedimentos Apropriados

² Taxonomia significa conjunto, “um dos princípios de classificação” ou “estrutura”.

³ Estrutura de organização hierárquica de objetivos educacionais.

⁴ Segundo Novak (1984), metacognitivo é o conhecimento sobre o modo como se produz o próprio conhecimento.

técnicas e métodos)	
Metacognitivo (conhecimento da cognição em geral, assim como consciência e conhecimento da própria cognição)	• Estratégico • Tarefas Cognitivas, incluindo Conhecimento Contextual e Condicional • Autoconhecimento

Fonte: Adaptado de ANDERSON et al., 2001, p.46.

Quadro 3 - Taxonomia dos objetivos cognitivos

PROCESSOS COGNITIVOS	
RETENÇÃO	
RECORDAR	• Reconhecimento (ou identificação, localização de conhecimentos prévios que sejam consistentes com a tarefa a ser solucionada) • Lembrança (é a recuperação de conhecimento prévio relevante)
TRANSFERÊNCIA	
ENTENDER	• Interpretação (esclarecimento, paráfrase, representação ou tradução, ocorre quando se converte uma forma de informação em outra) • Exemplificação (ilustração ou <i>instantiating</i>, tornar concreto, é o oferecimento de um exemplo ou instância específicos para um conceito ou princípio geral) • Classificação (categorização, subordinação, determina que algo pertence a certa categoria) • Sumarização (abstração ou generalização, criação de um curto enunciado que sintetiza alguma informação do tema geral) • Inferência (conclusão, extrapolação, interpolação, predição, é o desenvolvimento de uma conclusão lógica a partir da informação dada) • Comparação (contraste, mapeamento, correspondência, procura detectar similaridades e diferenças entre dois ou mais objetos, eventos, ideias, problemas, ou situações) • Explicação (construção de modelos, construir mentalmente e usar um modelo de causa e efeito de um sistema ou série)
APLICAR	• Execução (ou dar cabo, é quando a tarefa é um exercício) • Implementação (ou uso de um ou mais procedimentos numa tarefa desconhecida, quando essa é um problema)
ANALISAR	• Diferenciação (discriminação, seleção, distinção, enfoque, é determinar o que é relevante e o que é irrelevante). • Organização (busca de coerência, integração, explicitação, <i>parsing</i> ou definir função das partes, estruturação, é dizer como elementos funcionam dentro de uma determinada estrutura). • Atribuição (desconstrução, procurar pelo princípio fundamental, essência de uma mensagem, é determinar o ponto de vista, valores)
AVALIAR	• Verificação (coordenação, detecção, monitoração, testagem, refere-se a julgamentos quanto à consistência interna, se um procedimento é ou não efetivo, enquanto está sendo implementado)
CRIAR	• Geração (hipotetização, fase divergente, a criação de hipóteses alternativas baseadas em um critério, listagem de soluções possíveis). • Planejamento (<i>designing</i>, fase convergente, é arquitetar um método para realizar uma tarefa, escolher a solução mais adequada) • Produção (construção, inventar um produto. Há uma descrição de uma meta e é preciso criar um produto que satisfaça a definição)

Fonte: Adaptado de ANDERSON et al., 2001, p.67 e 68

O processo cognitivo lembrar está relacionado com a retenção da aprendizagem, enquanto os outros cinco processos estão relacionados com a transferência de aprendizagem.

Segundo esta Taxonomia, cada nível de conhecimento pode corresponder a um nível de processo cognitivo, portanto, o aluno pode lembrar-se de um conhecimento factual ou procedimental, entender o conhecimento conceitual ou metacognitivo ou analisar o conhecimento metacognitivo ou factual.

2.2.1 – Conhecimento Procedimental

No Conhecimento Procedimental, tem-se o que é o conhecimento de “Como Fazer”, sendo que parte dos exercícios de rotina são pré-requisitos para a solução de novos problemas. Esse conhecimento está diretamente relacionado ao processo cognitivo Aplicar (Quadro 4), que é o foco desse trabalho, devido à utilização do software de simulação Domus Procel – Edifica.

Quadro 4: Categorias do Processo Cognitivo Aplicar – Taxonomia Revisada de Bloom

- 1- **Executar (Resolver Exercícios):** exercícios familiares – o estudante executa um procedimento quando confrontado com uma tarefa familiar.
- 2- **Implementar (Solucionar Problema):** exercícios não familiares – requer algum nível de entendimento do problema tanto quanto procedimento de solução. **O conhecimento conceitual é pré-requisito para ser capaz de aplicar o conhecimento procedimental.**

Fonte: Adaptado de ANDERSON et al., 2001, p.77-79.

As categorias do processo cognitivo Aplicar podem ser melhor exploradas de acordo as especificações apresentadas no quadro 5.

Quadro 5 - Especificações do Processo Cognitivo Aplicar.

- 1- **Executar:** sequência de passos a serem seguidos como: habilidades⁵, técnicas⁶ e métodos⁷.
 - **Conhecimentos de habilidades de conteúdos Específicos:** exercícios de rotina como resultados fixos – memorização de telas

⁵Habilidade é o grau de competência frente a um determinado objetivo.

⁶A técnica é o procedimento(s) que têm como objetivo obter um determinado resultado.

⁷O método é o processo ou caminho para atingir um dado fim.

- **Conhecimentos de Técnicas específicas e Métodos:** dependem de vários fatores e do conhecimento de como aplicá-los em diferentes contextos.

2- Implementar: Conhecimentos /conhecer os critérios usados para determinar quando usar vários procedimentos (como, quando usar e onde)

- **Conhecimento de critérios para determinar quando usar um procedimento apropriado – uso apropriado.**

Para conhecimento de procedimentos específicos, esperam-se do estudante os conhecimentos de **quando** usá-los – procedimentos específicos que frequentemente envolvem o conhecimento dos caminhos usados no passado.

Antes do aluno se engajar em uma solução, devem ser esperados dele os conhecimentos de métodos e técnicas que devam ser usadas em investigações similares. Conhecimento de critérios de **onde** e **quando** aplicar os seus conhecimentos e usar os diferentes tipos de procedimentos, em situações de problemas concretos.

Mostrar relações entre os métodos empregados por um usuário e os métodos empregados por outros.

Fonte: Adaptado de ANDERSON et al., 2001, p.77-79.

Para facilitar o uso da Taxonomia como ferramenta de aprendizagem, ensino e avaliação, quatro perguntas são importantes para definir quais questões devem ser trabalhadas:

- 1ª) O que é importante os estudantes aprenderem no limitado tempo disponível da escola e da sala de aula? (a questão de aprendizagem);
- 2ª) Como um plano e instruções resultarão em altos níveis de aprendizagem para um grande número de alunos? (a questão de instrução);
- 3ª) Como escolher ou projetar um instrumento de avaliação e procedimentos que forneçam informações precisas sobre como os alunos estão aprendendo? (a questão de avaliação); e
- 4ª) Como assegurar que os objetivos, instruções e avaliações sejam consistentes uns com os outros? (a questão de alinhamento).

Para contribuir com a determinação do alinhamento entre os objetivos educacionais, ensino e avaliação, é de fundamental importância definir os objetivos que descrevem seus fins e são divididos em objetivos globais (amplos com aplicação em vários anos), educacionais (moderados com aplicação em semanas ou meses) e instrucionais (restritos com o propósito de serem aplicados em horas ou dias) para a elaboração de cada atividade.

Nesse trabalho, propõem-se como delimitação de conteúdos de ensino, os conhecimentos procedimentais do uso do software Domus em projetos de edificações e simulações higrotérmicas e energéticas integradas a RTQ.

Para os processos de aprendizagem desses conhecimentos, serão utilizados os processos cognitivos: lembrar (retenção), entender e aplicar (transferência cognitiva), considerando-se o nível de aprendizagem que o curso pretende atingir: Curso básico.

2.3 - Métricas de Avaliação e Sistemas Inteligentes

Os sistemas especialistas e os tutores inteligentes, segundo Anderson e Pelletier (1991 *apud* MURRAY, 2003, p.500), são de uma classe importante de modelos de experiências cognitivas, baseados em regras de resolução de problemas que permitem rastrear o comportamento do aluno e elaborar modelos refinados de processos cognitivos que podem ser comparados a um profissional especialista (perito). Esses tipos de sistemas são chamados de tutores de rastreamento.

Os sistemas de autoria, semelhantes aos de rastreamento, podem capturar os erros comuns, permitindo que o tutor ofereça *feedback* específico aos erros do estudante, caso o comportamento seja divergente ao do modelo adotado pelo especialista. Pode ocorrer, por exemplo, na resolução de problemas ou subproblemas. O sistema ainda pode oferecer o próximo passo a ser realizado pelo estudante e até mesmo apresentar a solução completa do problema.

A criação de um sistema de autoria especialista é um processo particularmente difícil e demorado, porque apenas algumas tarefas podem ser implementadas, como oferecer *feedback*, indicar o próximo passo ou apresentar a resposta. Os sistemas especialistas tradicionais são os que codificam a instrução especialista, acréscimo de valores e são baseados na competência do desempenho. Esse processo cognitivo é uma exceção em relação aos tipos de sistemas dessa categoria. No entanto, independente de qual sistema de teste e diagnóstico que se deseja criar, além do esforço de implementação do sistema especialista e o componente tutor, em geral, há que se incluir um modelo especialista de estratégias para diagnosticar falhas.

Um Sistema de Tutoria Inteligente (STI) é um sistema de testes e diagnósticos, uma ferramenta de autoria utilizada em um amplo universo de domínios, como: aplicações em matemática, equipamentos e manutenções, serviço ao cliente e políticas públicas.

“Sistemas Tutores Inteligentes são sistemas instrucionais baseados em computadores, com modelos de conteúdo instrucional, que especificam **o que** ensinar e estratégias de ensino, que especificam **como** ensinar” (WENGER 1987, OHLSSON 1987, SHUTE&PSOTKA 1996).

Intelligent Tutoring Systems (ITSs) are computer-based instructional systems with models of instructional content that specify what to teach, and teaching strategies that specify how to teach (WENGER 1987, OHLSSON 1987, SHUTE & PSOTKA 1996, *apud* MURRAY, 2003, p.493, tradução nossa).

No caso do ensino, faz-se inferência sobre o domínio que o estudante tem a respeito do tema ou da tarefa a ser desenvolvida, com o objetivo adaptar o conteúdo dinamicamente e um “estilo” próprio de ensino. Assim sendo, dado um teste com diferentes alternativas a sujeitos considerados idênticos, o sistema faz os testes de forma repetitiva, a fim de fornecer avaliações objetivas e sugestões personalizadas a cada aluno. Também pode incluir análise para cada item de resposta dos alunos, assim como direcionar a conceitos básicos para o seu aprofundamento. A implementação de conteúdos, sistema especialista ou de simulação, vai depender do que se quer oferecer ao aluno, com intuito de visar o “aprender fazendo” em contextos reais e significativos, a fim de que os conhecimentos sejam alcançados.

Há vários modelos de STI. No caso de “iniciativa mista” – o computador tutor pode oferecer benefícios que se aproximem ao máximo, da instrução de um competente profissional especializado – em que os alunos conseguem ter mais controle sobre sua aprendizagem e podem fazer perguntas. “Os STI, nos últimos anos, saíram dos laboratórios e estão nas salas de aula e locais de trabalho, onde alguns têm-se mostrado altamente eficazes” (SHUTE e REGIAN, 1990 e outros *apud* MURRAY, 2003, p.1, tradução nossa).

Os sistemas de autoria tradicionais se distinguem em duas grandes categorias: 1- aqueles com base em cursos ou currículos tradicionais e, 2- os que eram voltados para dispositivo de simulação instrucional de “ambientes de aprendizagem”. Murray (1997, p.496), também apresentou duas categorias: 1- Sistemas da pedagogia orientada, centrados na representação dos conteúdos, estratégias e representação de ensino, sendo voltados à orientação e planejamento em um nível mais global, visando a sequência e as necessidades dos pré-requisitos dos conteúdos; 2- Sistema orientado para desempenho, cujo foco se

encontra no oferecimento ,aos alunos, de um ambiente rico de aprendizagem, que permita aos estudantes adquirir novas habilidades através da prática, representar um problema real ou até mesmo procedimentos de domínio específico e, ainda, obter resposta rápida através do *feedback* individual em cada etapa do procedimento ou nível de competência exigido.

Alguns sistemas têm ambas as categorias, porém de forma superficial, pois sempre ocorre maior aprofundamento em uma das categorias. É possível se criar um sistema repleto de capacidades, utilizando, em conjunto, as duas categorias, mas isso ainda não existe, pois, além de ser difícil criar e combinar os fatos e são requeridos vários tipos diferentes de experiências, o custo é alto e os recursos oferecidos são limitados.

Murray (2003) categorizou algumas ferramentas de STI existentes de acordo com suas capacidades, pontos fortes e limitações, além de explicitar quais das duas grandes categorias pertencem. Abaixo na Tabela 2 está representada uma reorganização da versão apresentada pelo autor.

Tabela 2 - Tabela reorganizada das ferramentas dos STI e pedagogias

	Categoria	Força	Limitação	Variação	Sistema de Autoria
Pedagogia	Currículo Sequenciado e Planejado	Regras, restrições ou estratégias para os cursos sequenciados, módulos ou apresentações.	Baixa fidelidade a partir da perspectiva do aluno; representação superficial das habilidades.	Se as regras de sequenciamento são fixas ou autor capaz; andaime do processo de criação.	Swift/DOCENT , IDE, ISD Expert, Expert CML
	Estratégias de Tutoria	Microestratégias de tutoria, sofisticado conjunto de primitivas de ensino, estratégias de tutoria múltiplas.	(a mesma para a maioria dos sistemas)	Estratégia método de representação; fonte de conhecimentos especializados de instrução.	REDEEM (& COCA), Eon, GTE
	Vários tipos de conhecimento	Diferencial conhecimento pré-definido representação e métodos de ensino por fatos, conceitos e procedimentos, etc.	Limitado à verdade relativamente simples, os conceitos e procedimentos, orientação pré-definida estratégias.	Inclusão de sequenciamento currículo inteligente; tipos de conhecimento/ tarefa suportada.	XAIDA, DNA, Instructional Simulador &ID Visualizer, ID-Expert, IRIS, CREAM-Tools
	Inteligente / Adaptável a Hipermídia	WWW tem acessibilidade e uniformidade UI; seleção adaptativa e anotação de hiperlinks.	Limitada a interatividade; largura de banda limitada modelo de estudante.	Macro versus microfoco nível, grau de interatividade.	InterBook, MetaLinks, CALAT, GETMAS, TANGOW, ECSAIWeb

Sistemas	Simulação de Dispositivos e Equipamentos de Treinamento	Autoria e tutoria correspondem à identificação do dispositivo componente, operação e solução de problemas.	Limitadas estratégias de ensino, modelagem estudante limitada principalmente para habilidades processuais.	Fidelidade da simulação; facilidade de criação.	SIMQUEST, XAIDA, RIDES, DIAG, Instructional Simulador
	Sistema Especialista de Domínio	Modelo (mais profundo) Runnable de conhecimentos de domínio; bom diagnóstico e modelagem para estudante; inclui grande quantidade de regras ao aprendiz.	Construir o sistema especialista é difícil, limitado ao conhecimento processual e resolução de problemas; limitadas estratégias instrucionais.	Cognitivas versus modelos de desempenho de especialização.	Demonstr, DIAG, D3 Trainer, Training Express
	Propósito Específico	Modelo de sistemas baseados em fornecer orientações de autoria forte; projeto fixo ou princípios pedagógicos podem ser aplicados.	Cada ferramenta limitada a um tipo específico de tutor; inflexibilidade da representação da pedagogia	Grau de flexibilidade.	IDLE-Tool/Imap/Indie, LAT, BioWorld Case Builder, WEAR

Fonte: Adaptado MURRAY, 2003, p.497.

Os trabalhos apresentados nesse subtópico tiveram por objetivo referenciar ambientes desenvolvidos em tutoria inteligente em redes de computadores para estudantes no processo ensino e aprendizagem. Com o desenvolvimento rápido de redes de computadores e grande acesso às informações oferecidas pelos meios de comunicação online que permitem o acesso sem restrição espacial-temporal e possibilitam resolução de problemas através de discussão online, esses sistemas são importantes em nosso cotidiano devido as suas facilidades e praticidades.

Hwang (2002) descreve vários trabalhos desenvolvidos em sistemas de tutoria inteligente que podem simular e representar o nível de aprendizagem com atribuições de pontos ou classificação. No entanto, os testes em si mesmos podem não representar melhoria na aprendizagem. Dessa forma, o autor salienta a importância do *feedback* personalizado para qualificar o processo de aprendizagem.

Hsu, Tu, Yeh, Chu, & Hwang (1997) e Hwang (1999, *apud* HWANG, 2003, p.219) propuseram um Sistema de Teste e de Diagnóstico (ITES). Os ITES tiveram origem em 1996, na CORAL (*Cooperative Remotely Accessible Learning*), projeto desenvolvido em Taiwan,

realizado por Sun & Chou, que foi iniciado por um grupo da Universidade Nacional ChaioTung. Nesse projeto envolviam-se oito sub-tarefas (Quadro 6).

Quadro 6 - Oito sub-tarefas do STI.

1. A investigação de sistemas baseados em rede de tutoria, incluindo gravação padrão remoto, recuperação de dados remotos e controle de acesso.
2. A investigação dos ambientes de aprendizagem em rede, incluindo-se monitoramento em tempo real e aulas de controle de processo.
3. A investigação de CALs (*Client Access License*) na rede de área ampla, incluindo escalabilidade de viabilidade e da arquitetura.
4. O exame e avaliação da rede baseados CALs, incluindo a motivação e análise da cognição.
5. A investigação de *design* de interface de rede baseados CALs, incluindo o *layout* de tela, ícone / *design* janela e visualização do conhecimento.
6. A investigação da modelagem de estudante para a rede baseados CALs, incluindo-se a análise de hipertexto navegação e padrões de comunicação.
7. A investigação de sistemas baseados em conhecimento para o controle do processo de tutoria, incluindo-se a representação do conhecimento para as características dos alunos e os parâmetros de comunicação em tempo real, análise do tempo de comportamento dos alunos e organização dinâmica de programação de tutoria.
8. A investigação de análise de padrões de interação, incluindo-se a análise do contexto social.

Fonte: Adaptado HWANG, 2003, p.219.

No trabalho com mapas conceituais e tutores inteligentes, Hwang (2003) relatou que testes convencionais podem representar o nível de aprendizagem dos alunos, além de atribuições de pontos, a importância do *feedback* rápido e específico, estratégias utilizadas para a aprendizagem de novos conceitos, conceitos prévios e a representação dessas novas relações através de mapa conceitual (MCAKEESE, 1994, 1998, *apud* HWANG, 2002, p.219). Silisbury (1998 *apud* HWANG, 2003, p. 220) afirma que as informações da aprendizagem, como: fatos, nomes, rótulos e a união de associações são muitas vezes um pré-requisito para um desempenho eficaz em uma habilidade de nível mais complexo. Existem essas relações, chamadas de “**efeitos de relações conceituais**” que são a consequência da aprendizagem de um conceito novo assimilado sobre o aprendizado de um conceito existente.

Hwang (2002) apresenta pesos à hierarquia de aprendizagem dos “conteúdos”, evidenciando-os na estrutura de mapas conceituais, implementando-os em um sistema inteligente, para rastrear o nível cognitivo que foi atingido pelo estudante ao desenvolver as

atividades propostas. Também oferece *feedbacks* com estatística dos conceitos, em relação aos requisitos mínimos de aprendizagem que não foram atingidos pelo estudante. Demonstra ainda, quais os conhecimentos prévios devem ser estudados, para sanar e avançar a aprendizagem, em níveis mais complexos.

McGraw e Harbison-Briggs (1989, *apud* MARK, GREER, 1993, p.4) argumentaram que é extremamente difícil desenvolver critérios específicos objetivamente mensuráveis para sistemas baseados em conhecimento e que a avaliação tem utilidade limitada para STI. A avaliação pode ser aplicada em várias áreas do conhecimento e no desenvolvimento de técnicas em sistemas online, como: nos Sistemas Especialistas, STI e também em sistemas mais analógico do tipo Instrucional Assistido por Computador (CAI).

De acordo com a Cooley e Lohnes (1976, *apud* MARK, GREER, 1993, p.3), "Uma avaliação é um processo pelo qual, dados relevantes são coletados e transformados em informações para tomada de decisão".

Segundo Wolttawa e Thierau (1998 *apud* RIDERMANN, 2002, p.309) o objetivo da avaliação é descrever, avaliar e modificar programas, processos, produtos, instituições ou comportamento de pessoas. A avaliação, além de adequar medidas e descrições, também avalia produtos e processos de otimização e se distinguem nas abordagens: 1-Formativa, relativa ao processo de aprimoramento e progresso e 2- Somativa aborda decisão de otimização sobre atividades e programas, com o objetivo de avaliar os efeitos baseados nas informações bem fundamentadas.

Pesquisadores, educadores e desenvolvedores de sistemas que trabalham com STI, estão buscando integrar metodologia de avaliação em seus trabalhos, sendo assim, temos:

Avaliação Formativa que está sendo frequentemente usada como parte de uma metodologia de programação de computadores, além de identificar problemas e oferecer um guia de soluções ou alterações que podem ocorrer; e **Avaliação Somativa** que mantém as exigências formais de construção, comportamento ou resultado de um sistema completo (LITMAN e SOLAWAY, 1998, *apud* MARK, GREER, 1993, p.3).

Na contribuição direta com a adequação de medidas e descrição na avaliação, tem-se a métrica. Segundo Farris (2007, p.15), "Métrica é um sistema de mensuração que quantifica uma tendência, uma dinâmica ou uma característica". O autor também menciona que

estudiosos e ambientes desenvolvidos para *web*, utilizam a métrica para mostrar descobertas, relatar fenômenos, fazer diagnósticos e inferir a próxima etapa a ser executada. As métricas contribuem significativamente na área da ciência, na esfera governamental e no setor empresarial, por possibilitar os paralelos em diversas situações, como, por exemplo, características regionais e períodos de tempo, incentivam o rigor e a objetividade, bem como, propicia compreensão e a colaboração.

Nos sistemas lógicos tradicionais o raciocínio corresponde ao que é exato, sendo verdadeiro ou falso, associações a números binários, o que se difere da teoria dos conjuntos Fuzzy – Lógica Fuzzy (Nebulosa), pois suporta raciocínios que são aproximados em vez de exatos, correspondem a limites de aproximações, intervalos numéricos $(-\infty, +\infty)$, probabilidades estatísticas (0 a 1, podendo estar em representação percentual 0 a 100%), a qual está empregada a relações linguísticas.

“A probabilidade, no contexto da lógica clássica, é um valor numérico ou um intervalo. Na lógica nebulosa existe a opção adicional de se empregar probabilidades linguísticas (provável, altamente provável, improvável, etc.), interpretadas como números fuzzy e manipuladas pela aritmética fuzzy”. (KAUFMANN, GUPTA, 1985 *apud* GOMIDE 1995, p.1)

A Lógica Fuzzy é utilizada de forma rigorosa porque executa e controla as técnicas dos sistemas qualitativamente, permitindo, nas resoluções de problemas, um controle não encontrado nas técnicas clássicas.

2.3.1- Princípios de Avaliação Formativa e *Feedback*

Na área da avaliação formativa e *feedback*, Nicol e Macfarlane-Dick (2006, *apud* NICOL, 2007, p.1) realizaram análises dessa problemática, com a finalidade de identificar como o processo de avaliação de aprendizagem pode ajudar os estudantes a terem uma “visão” mais reflexiva do processo de assimilação e gerenciar a construção do seu conhecimento (*self-direction*). Nessa análise, os autores identificaram sete princípios para a prática de um bom *feedback* (sublinhados no Quadro 7).

A ideia inicial dos sete princípios era de fortalecer a responsabilidade dos alunos, enfatizar a necessidade de desenvolver a autonomia na aprendizagem e analisar as práticas de avaliação formativa. No ano seguinte, Nicol (2007) incorporou mais quatro princípios de

feedback associados às experiências sociais, que formam os estudantes para as exigências morais e legais para a igualdade, equidade e inclusão de práticas de avaliação que serão confrontadas ao longo de suas vidas.

Nicol (2007) salienta que para elaboração desses princípios de avaliação e *feedback* de aprendizagem é importante considerar três aspectos:

- 1- Esclarecer os objetivos, critérios e normas para um bom desempenho da aprendizagem; os estudantes devem ter uma compreensão mínima do que é exigido em cada tarefa de avaliação, compreender os objetivos educacionais e, assim, gerenciar sua própria aprendizagem.
- 2- Enfatizar o diálogo na aprendizagem, pois facilita a auto-regulação da aprendizagem e envolve a construção ativa do conhecimento por meio de discussão em grupo.
- 3- Motivar o estudante a gerenciar a própria aprendizagem e acreditar que o esforço poderá produzir resultados (NICOL, 2007, p.55).

Quadro 7 - A avaliação e a boa prática do *feedback*.

1 - Ajudar a esclarecer o que é um bom desempenho (metas, critérios e padrões)

Até que ponto os estudantes de um curso têm a oportunidade de participar ativamente com objetivos, critérios e padrões, antes, durante e depois de uma tarefa de avaliação?

2 - "tempo e esforço" fomentar a desafiar as tarefas de aprendizagem.

Até que ponto as tarefas de avaliação incentivam estudo regular dentro e fora da classe e a aprendizagem do que é superficial e mais profundo?

3 - Entregar as informações de retorno de alta qualidade, que ajudam os alunos a autocorreção.

Que tipo é fornecido de *feedback* pelo professor - de que maneira ele ajuda os alunos na autoavaliação e autocorreção?

4 - Acreditar que incentivos positivos são motivação e autoestima.

Em que medida as avaliações e processos de *feedback* ativam a motivação dos alunos para aprender e serem bem sucedidos?

5 - Incentivar a interação e diálogo em torno da aprendizagem (pares e professor - aluno)

Que oportunidades existem de diálogo *feedback* (de pares e professor - aluno) em torno de tarefas de avaliação no seu curso?

6 - Facilitar o desenvolvimento de autoavaliação e reflexão na aprendizagem.

Até que ponto são criadas oportunidades formais de reflexão, autoavaliação ou tarefas de avaliação pelos pares em seu curso?

7 - Conceder aos alunos escolha na avaliação - conteúdo e processos

Até que ponto os alunos têm a escolha dos tópicos, métodos, critérios de ponderação e de tempo ou de aprendizagem e as tarefas de avaliação no curso?

8 - Envolver os alunos na tomada de decisões sobre a política de avaliação e prática.

Até que ponto os seus alunos são informados ou engajados em consultas relativas a decisões de avaliação?

9 - Apoiar o desenvolvimento de comunidades de aprendizagem

Até que ponto a sua avaliação e processos de *feedback* ajudam, apoiam o desenvolvimento de comunidades de aprendizagem?

10 - Os professores ajudam a adaptar o ensino às necessidades dos alunos

Até que ponto a sua avaliação e processos de *feedback* ajudam a informar e moldar o seu ensino?

Fonte: Adaptado de NICOL 2007(a)/2007(b)

Outras contribuições relevantes encontrados nas pesquisas nos periódicos são sobre os testes MCQs (Questões de Múltiplas Escolhas) que demonstram o desencorajamento e encorajamento do uso de MCQs, *feedback* e testes MCQs. Airasian (1994) e Scouller (1998) desencorajam o uso do MCQs e argumentam que a utilização desses testes não incentiva o alto nível do processo cognitivo e sim, promovem a memorização e recordação factual. Em contradição, Cox (1976), Johnstone & Arnbusaidi (2000, *apud* NICOL, 2007, p.54) defendem e afirmam que os MCQs podem ser bem elaborados e utilizados para avaliar a aprendizagem em níveis cognitivos mais elevados. Em relação ao *feedback*, as críticas feitas foram a respeito da limitação, quando fornecidos através dos MCQs, pois são predeterminados durante a criação dos testes e, por não serem flexíveis, não atendem às necessidades individuais dos estudantes. A utilização dos MCQs por professores, geralmente, objetiva atender à necessidade de “eficiência” e fornecer *feedback* rápidos, pois a intenção é selecionar uma resposta a partir de um conjunto de alternativas, e o estudante não tem nenhum papel na decisão de metas e padrões e nem esclarecimento de suas dúvidas nesses testes. Já as questões que requerem respostas mais elaboradas exigirão princípios pedagógicos que encorajem o estudante a uma aprendizagem mais complexa e eficaz.

David Nicol (2007) em suas pesquisas demonstra de diferentes formas a utilização dos testes MCQs para o desenvolvimento do gerenciamento da aprendizagem (*self-regulation*) do estudante e ainda:

- mostra o valor de se fazer e utilizar associações no ensino superior - MCQs e os sete princípios (sublinhados no Quadro 7);
- apresenta estrutura e princípios como forma de ajudar os professores a desenvolverem com eficiência o teste de MCQ, pois suas avaliações não permitem o desenvolvimento da autoestima dos estudantes;

- enfatiza o “poder” do MCQs para melhorar a aprendizagem, e para a elaboração dos testes, o conteúdo e contexto de aplicação devem ser bem definidos, a fim de que os objetivos sejam alcançados;
- mostra que esse teste pode ser mais “potente” quando estiver ligado a objetivos pedagógicos claros e aplicados a um conjunto de princípios, por exemplo: os sete princípios de boas práticas de *feedback*.

A utilização dos princípios do *feedback* associados aos MCQs tiveram um resultado significativo nos estudos de caso apresentados em vários contextos e ainda, Nicol (2007) afirma que o importante não é apenas o conteúdo e formato de testes MCQs, mas o contexto mais amplo dentro do qual ele está sendo utilizado.

PARTE II

Trabalho Proposto

CAPÍTULO 3

METODOLOGIA E DESENVOLVIMENTO

A metodologia de pesquisa é qualitativa e classificada como *practical and participatory action research designs* (desenho de pesquisa de prática e ação participativa) (CRESWELL, 2008, p.596), devido ao fato do pesquisador contribuir na busca de soluções de problemas do contexto educacional, por meio de observações, reflexões e planejamento de ações que tragam melhorias às ações pedagógicas. Nesse sentido, essa pesquisa busca contribuir com o currículo do curso a distância do Domus ao observar, refletir e planejar ações que orientem o desenvolvimento de um desenho instrucional de uma métrica de avaliação para criar um sistema inteligente de avaliação e *feedback* da aprendizagem na *web*.

Assim, esse estudo tem como meta contribuir com o suporte instrucional, na área de disseminação, na formação de engenheiros e arquitetos para aplicação do software Domus - Procel Edifica como Instrumento de Simulações Higrotérmica e Energética e apoio à Eficiência Energética na etiquetagem de Edificações no Brasil.

O suporte Instrucional conta com sete participantes: dois professores da Arquitetura, dois graduandos, o pesquisador e dois coordenadores (geral e de disseminação), de diferentes regiões do Brasil (Curitiba, Uberlândia, Belo Horizonte, Maceió e São Paulo). Os encontros entre os integrantes eram por meio de reuniões síncronas (Skype) e presenciais, comunicações via *email*.

3.1 – Construção Cooperativa de Mapas Conceituais Curriculares

Para o delineamento da matriz curricular interdisciplinar dos conhecimentos conceituais, específicos e procedimentais, optou-se em utilizar a tecnologia cognitiva mapa conceitual, devido à sua potencialidade em identificar os conhecimentos e organizá-los em uma topologia que possibilita visualizar o todo e as partes em um sistema integrado entre o Domus, Física das Edificações, Arquitetura Bioclimática e RTQ.

Para identificar os conceitos da Física das Edificações, Domus e Arquitetura Bioclimática foram organizadas primeiramente as informações já existentes do Laboratório de

Sistemas Térmicos da PUCPR (<http://www2.pucpr.br/educacao/1st/>) e os conceitos essenciais foram listados pela equipe interdisciplinar (Organizador Gráfico – Figura 2 , Tutorial e slides do Domus e artigos).

Em seguida, uma sequência de tópicos que deveriam ser ensinados no primeiro curso do Domus (Quadro 8).

Quadro 8 - Tópicos dos conteúdos para o primeiro curso.

ESTRUTURA ELABORADA PELO COORDENADOR DO PROJETO	
Filme 1 - Integrando Física, Arquitetura e Simulação para Etiquetagem de Edificações: Análise da Envoltória	
1 - Física:	Apresentar balanços de energia e de massa no domínio do ar;
2 - Física:	Transferência de calor unidimensional e propriedades termofísicas;
3 - Física:	Apresentar balanços de energia no domínio de elementos opacos;
4 - Física:	Apresentar balanços de energia no domínio de elementos translúcidos;
5 - Física:	Apresentar condições de contorno (geometria da edificação)
6 - Física:	Carga Térmica
7 - Arquitetura:	Conceitos da arquitetura voltados à envoltória (Transmitância)
8 – Arquitetura/Física:	Cinemática Solar
9 - Arquitetura:	Clima, cartas solares, Diagramas de Givoni,
10 - RTQ-C:	Envoltória
11 - Domus:	Edição de Camadas, visualização de sombras, orientação, cores e propriedades, parâmetros (climas)
12 – Simulação Domus:	Efeitos de Propriedades (Transmitância, capacitância, absorptância, cores, etc.)
13 - Simulação Domus:	Efeitos de Ordem e espessura de camadas
14 - Simulação Domus:	Efeitos de janelas

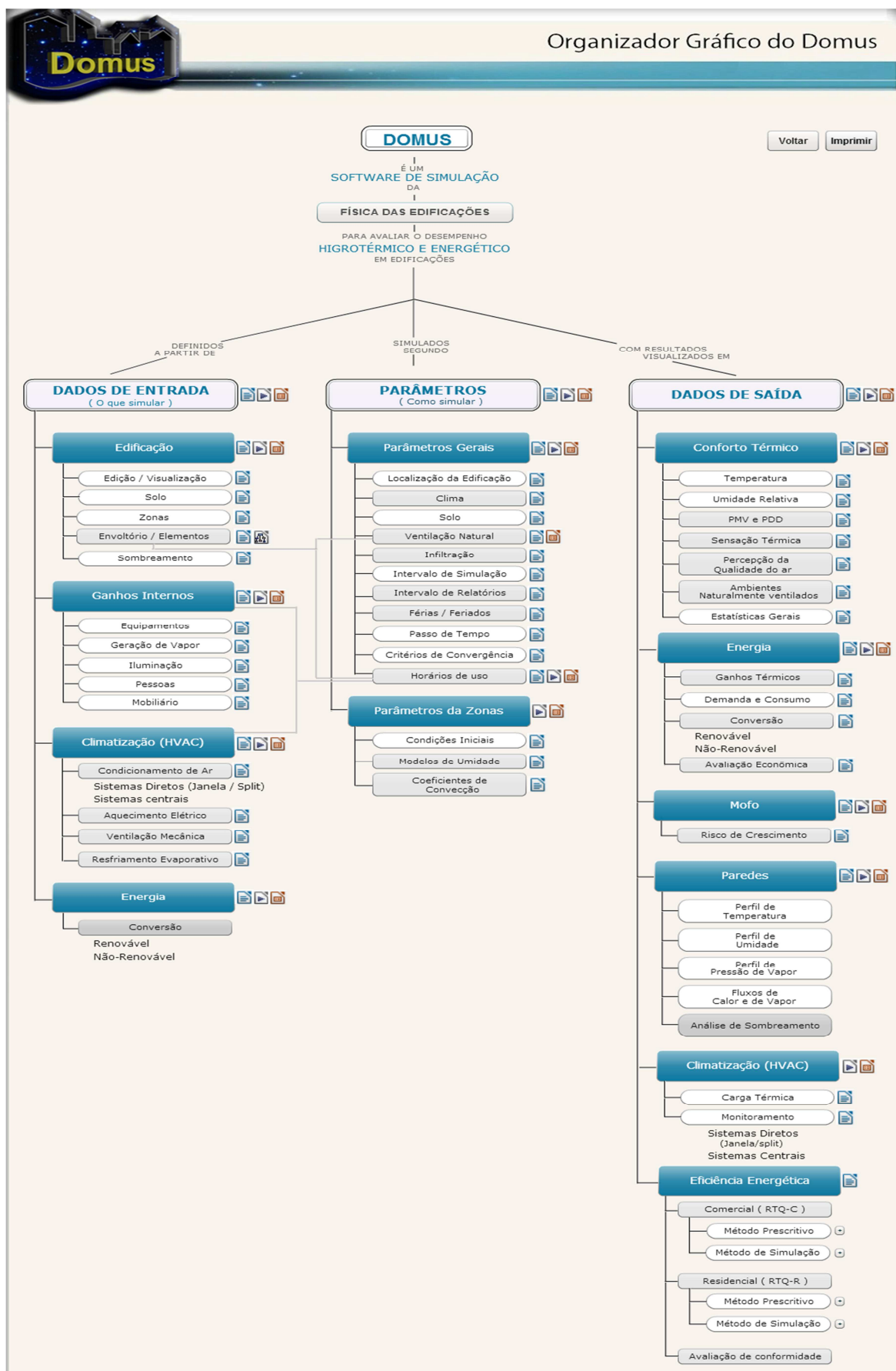


Figura 2 - O Organizador Gráfico do software Domus.
(Fonte: http://domus.pucpr.br/mapa_r/)

Visando um melhor entendimento da equipe Instrucional sobre os conhecimentos envolvidos no primeiro curso do Domus, foi solicitada a criação de um glossário de definições conceituais como ponto de partida, para o início das atividades de criação de mapas conceituais curriculares.

Após a definição dos conceitos, os arquitetos leram o artigo “*The Theory Underlying Concept Maps and How to Construct and Use Them*” (<http://cmap.ihmc.us/publications/researchpapers/theorycmaps/theoryunderlyingconceptmaps.htm>) e a equipe instrucional explicou a teoria da aprendizagem significativa de Ausubel que fundamenta a topologia do mapa conceitual.

Como ponto de partida, avaliam que as atividades de identificação e definição conceitual integrada à criação de mapas conceituais poderiam facilitar o planejamento de ensino interdisciplinar, ao mapear os conhecimentos conceituais e procedimentais, processos cognitivos necessários, facilitando o mapeamento dos conhecimentos procedimentais do Domus e sua integração com os conhecimentos conceituais da Arquitetura e Física das Edificações para o entendimento e aplicação do software Domus em projeto de edificações eficientes e contextualizados aos problemas brasileiros de eficiência energética.

As atividades de aprendizagem dos especialistas de conteúdos de criar mapas conceituais e utilizar a ferramenta *Cmaptools* foram de forma: 1. Cooperativa e síncrona (tempo real) e 2. Individualizada e assíncrona. O processo de edição dos mapas conceituais ocorre por meses, através das reuniões frequentes que ocorreram, no mínimo, duas a três vezes na semana.

As várias versões de mapas criadas e reformuladas exemplificam o processo de metac conhecimento dos profissionais (refletir sobre os conhecimentos que lecionam) envolvidos na produção da matriz curricular e de refletir sobre o processo de aprender a aprender.

Com o objetivo de se comunicar e orientar a área da Arquitetura na produção dos mapas conceituais, o suporte instrucional elaborou vários mapas conceituais do Domus que poderiam exemplificar modelos alternativos de mapas. Esse processo foi de extrema importância porque auxiliou na elaboração de perguntas e na orientação da reestruturação da topologia conceitual e ligações proposicionais criadas pelos arquitetos. Na Figura 3 está

exemplificado um dos primeiros mapas conceituais dos conceitos do Domus elaborado pela equipe instrucional.

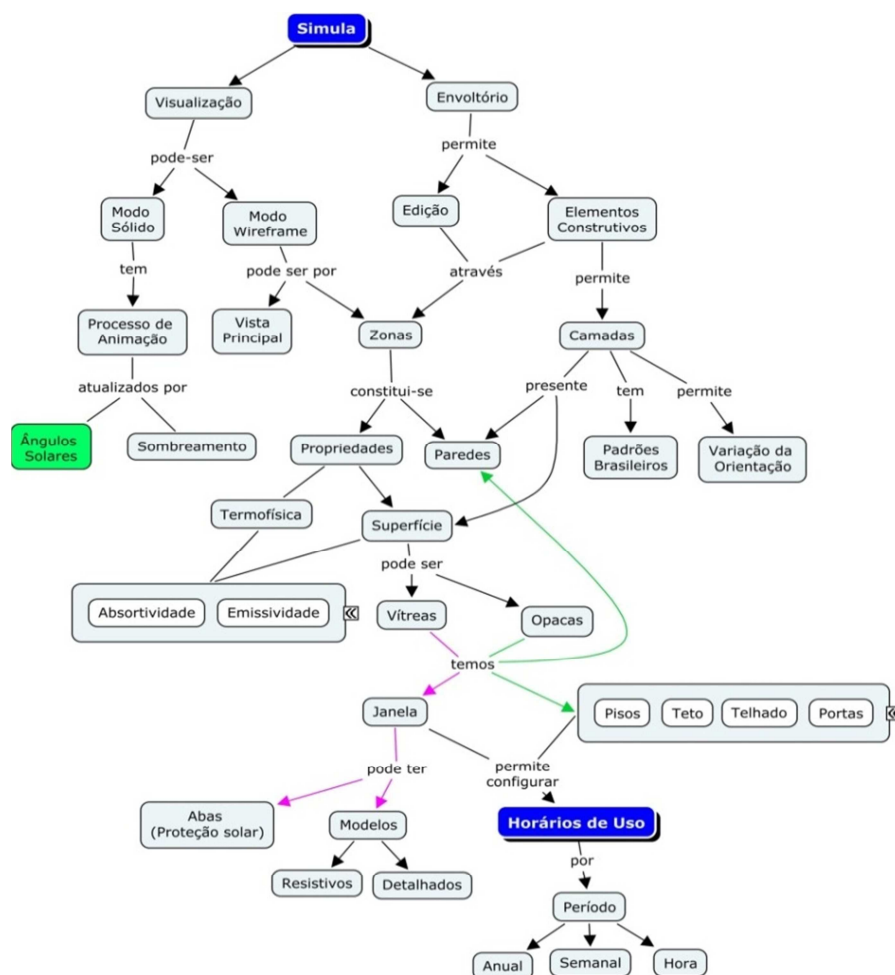


Figura 3 - Mapa conceitual do Domus elaborado pela equipe instrucional: Visualização e Edição.

No mapa da Figura 3 são identificados os conceitos referentes à Visualização e Edição da Geometria da Edificação no Domus. Esse primeiro mapa auxiliou o início da identificação de conceitos interdisciplinares entre a Física das Edificações, Arquitetura Bioclimática e RTQ, bem como foi o ponto de partida para a comunicação entre a área Instrucional e Especialista de Conteúdos, com objetivo de criar cooperativamente mapas conceituais interdisciplinares que estão exemplificados na Figura 4.

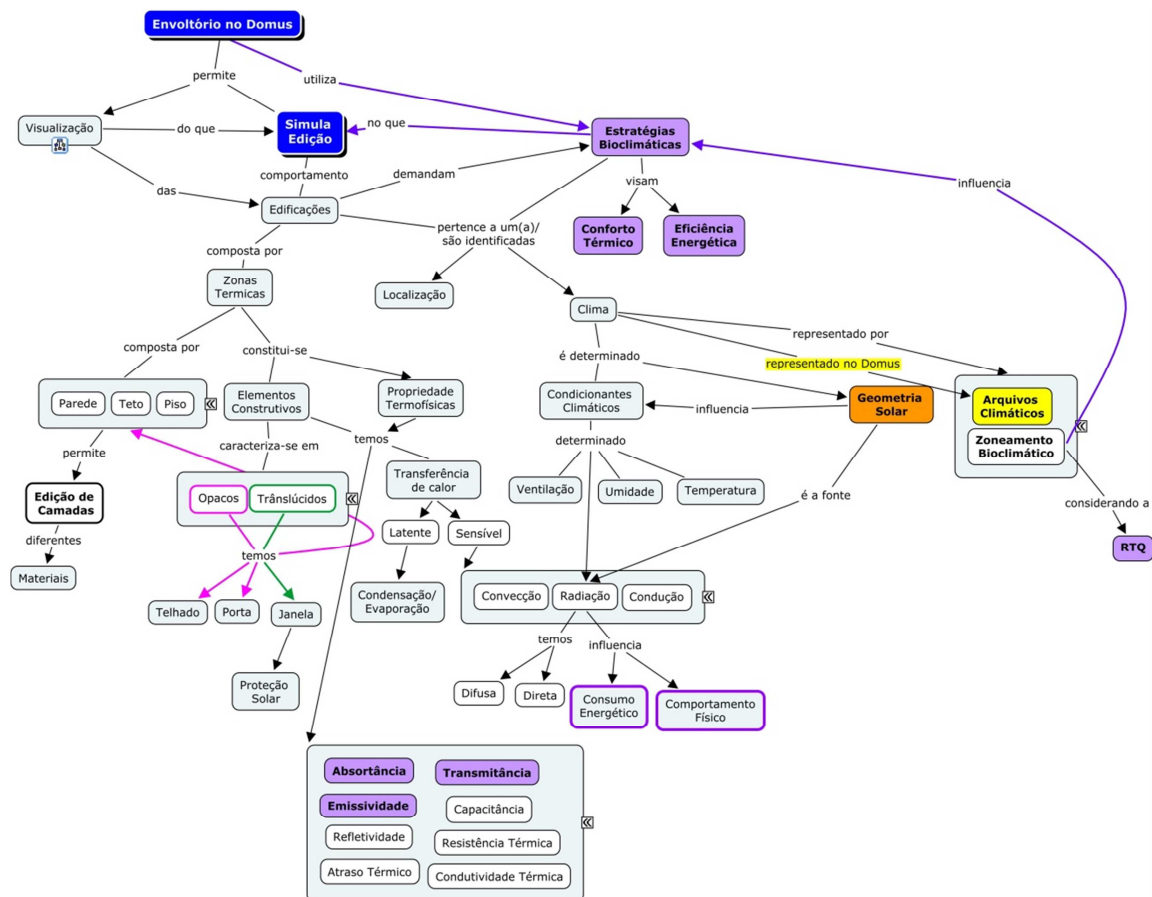


Figura 4 - Mapa dos conceitos da envoltória do Domus integrado à Arquitetura Bioclimática (laranja), RTQ (roxo) e Física das Edificações (borda em roxo).

Observe que a leitura do mapa respeita a sequência lógica de configuração e execução de um projeto de edificação no software Domus. Em todo projeto, a edição da geometria da edificação (paredes, camadas, configuração dos elementos construtivos, etc.) é de suma importância, pois se devem respeitar os recursos construtivos adequados para se ter um bom desempenho térmico. Além dessas e outras configurações de Dados de Entrada, o profissional responsável pelo projeto deve configurar, adequadamente, o zoneamento bioclimático em que essa edificação está sendo criada, pois o clima interfere diretamente no tipo de material a ser utilizado, assim como na orientação das aberturas, havendo ou não necessidade de proteção solar, entre outros quesitos.

No mapa da Figura 4, destacam-se os primeiros conceitos trabalhados no Domus e mostram o início da sequência de configuração e das possibilidades oferecidas. Assim, sabemos que para se criar um Envoltório, no Domus, o software permite Visualizar e Simular a Edição da geometria da edificação. A Edificação é composta por Zonas Térmicas em um

determinado Clima, sendo que a execução do projeto demanda Estratégias Bioclimáticas. O Envoltório a ser configurado no Domus utiliza dessas estratégias as quais interferem no que deve ser simulado e editado. Entre outros, visam o Conforto Térmico e a Eficiência Energética.

O próximo passo proposto foi a elaboração de um mapa conceitual pelos integrantes da equipe da Arquitetura, visando os conceitos interdisciplinares abordados e exigidos pelo Software Domus. Esses primeiros esforços estão exemplificados no mapa da Figura 5.

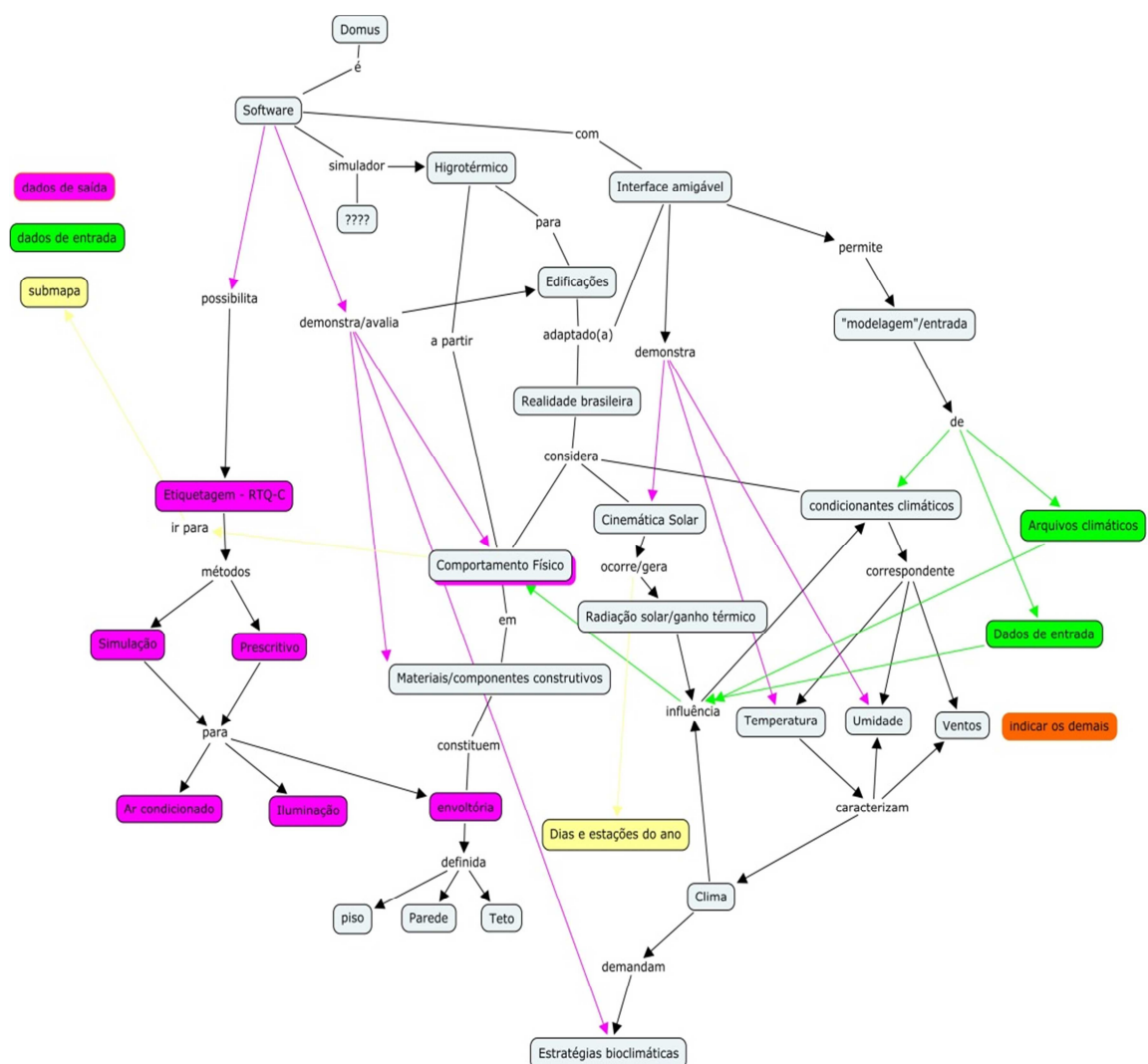


Figura 5 - Primeiro mapa apresentado pelos profissionais da Arquitetura.

Verifica-se a dificuldade de se definir e estruturar hierarquicamente os conceitos, a topologia do mapa criado pelos Especialistas, ainda não hierárquica, os conceitos

superordenados se misturam com os subordinados, o que ocasiona uma leitura de difícil entendimento e ainda há “palavras” que não são conceitos. Diante dessa avaliação, decidiu-se coletivamente sobre a necessidade de uma nova tentativa, reelaborar o mapa individualmente. No entanto, essa reorganização ainda foi de difícil execução, pois novamente o mapa ficou com um “emaranhado” de conceitos e ligações proposicionais. Esse fato demonstra a necessidade de uma reorganização mental que possa representar o conhecimento de forma coerente.

A produção dos primeiros mapas estimulou a reflexão coletiva sobre a criação de mapas que exigem conhecimentos conceituais dos assuntos envolvidos e, que as relações entre conceitos devem facilitar a leitura, visando a aprendizagem significativa e a memória em longo prazo. A partir desse momento foi reforçada também a identificação dos conceitos superordenados (mais gerais) e dos subordinados (mais específicos). O primeiro passo foi marcar cuidadosamente os termos conceituais chaves e identificar os que são mais exclusivos e mais específicos, podendo assim reestruturar esses conceitos em categorias, de forma que as relações semânticas e reconciliações integrativas fossem respeitadas.

Os profissionais recorreram à estrutura e aos conceitos do Organizador Gráfico do Domus (http://domus.pucpr.br/mapa_r/?=) em que estão representados os três grandes eixos: Dados de Entrada, Parâmetros e Dados de Saída, Figura 1. Após as reflexões e reestruturação de várias versões de mapa, foi possível o “aparecimento” de malhas conceituais na nova topologia, o ajudando a visualizar a integração dos conceitos.

No novo mapa da Figura 6, é possível observar que os conceitos foram reorganizados, “classificados” e categorizados – estrutura de malhas conceituais: 1) Aspectos Construtivos – relacionam os conceitos da geometria da edificação - Envoltórios, 2) Aspectos do Entorno - características externas que influenciam diretamente no interior de uma edificação e 3) Aspectos de Uso – Ocupação - configuração - Ganhos Internos (Equipamentos, Geração de Vapor, Iluminação, Pessoas e suas atividades de ocupação e Mobiliário). Essas três categorias representam uma parte da estrutura do Organizador Gráfico do Domus, conseqüentemente, do próprio Software Domus, assim: a primeira e a terceira categorias representam os Dados de Entrada (o que simular), a segunda os Parâmetros (como simular).

No aprimoramento das versões dos mapas foi criado um novo layout em que as cores foram utilizadas para facilitar a visualização de classificação comum, como: Dados de Entrada, Parâmetros e Relatórios de Saída no software Domus (Índices, Gráficos e ENCE).

Nessa etapa, foi importante o entendimento da lógica da leitura do mapa conceitual, que ocorre de cima para baixo e da esquerda para direita. Essa ordem auxilia a identificação dos conceitos mais gerais, os específicos e os prévios em cada etapa do processo da aprendizagem dos conceitos. Devido a isso, os Relatórios de Saída estão na parte superior do mapa, o que respeita a hierarquia de construção de mapas conceituais e deixa evidente a necessidade de assimilação dos conceitos subordinados como pré-requisito para gerar, interpretar, analisar e verificar o projeto de edificação simulado no Domus.

Foram várias versões de mapas até se chegar à topologia da Figura 5 apresentada. A seguir, o trabalho continuou com a identificação e comparação dos conceitos nos mapas cooperativos (Figuras 4 e 6), o intuito foi rever, identificar e acrescentar os conceitos específicos das áreas: Física das Edificações e RTQ, além de aprimorar algumas ligações proposicionais. Esse trabalho possibilitou identificar e adicionar novos conceitos específicos relacionados à Física das Edificações e da RTQ, além do surgimento de várias dúvidas nas ligações proposicionais que podem comprometer a leitura do mapa. Esclarecimentos dos especialistas dessas áreas e do Coordenador Geral do projeto foram necessários. Em uma das reuniões, foram possíveis várias anotações no mapa mais atual que estava sendo revisto, as observações e alterações foram feitas de forma cooperativa e síncrona, conforme exemplificado na Figura 7. Esta reunião, por ter sido de extrema importância, requereu o áudio e a gravação de todas as discussões, visando auxiliar e verificar, posteriormente, todos os detalhes de tudo o que foi discutido.

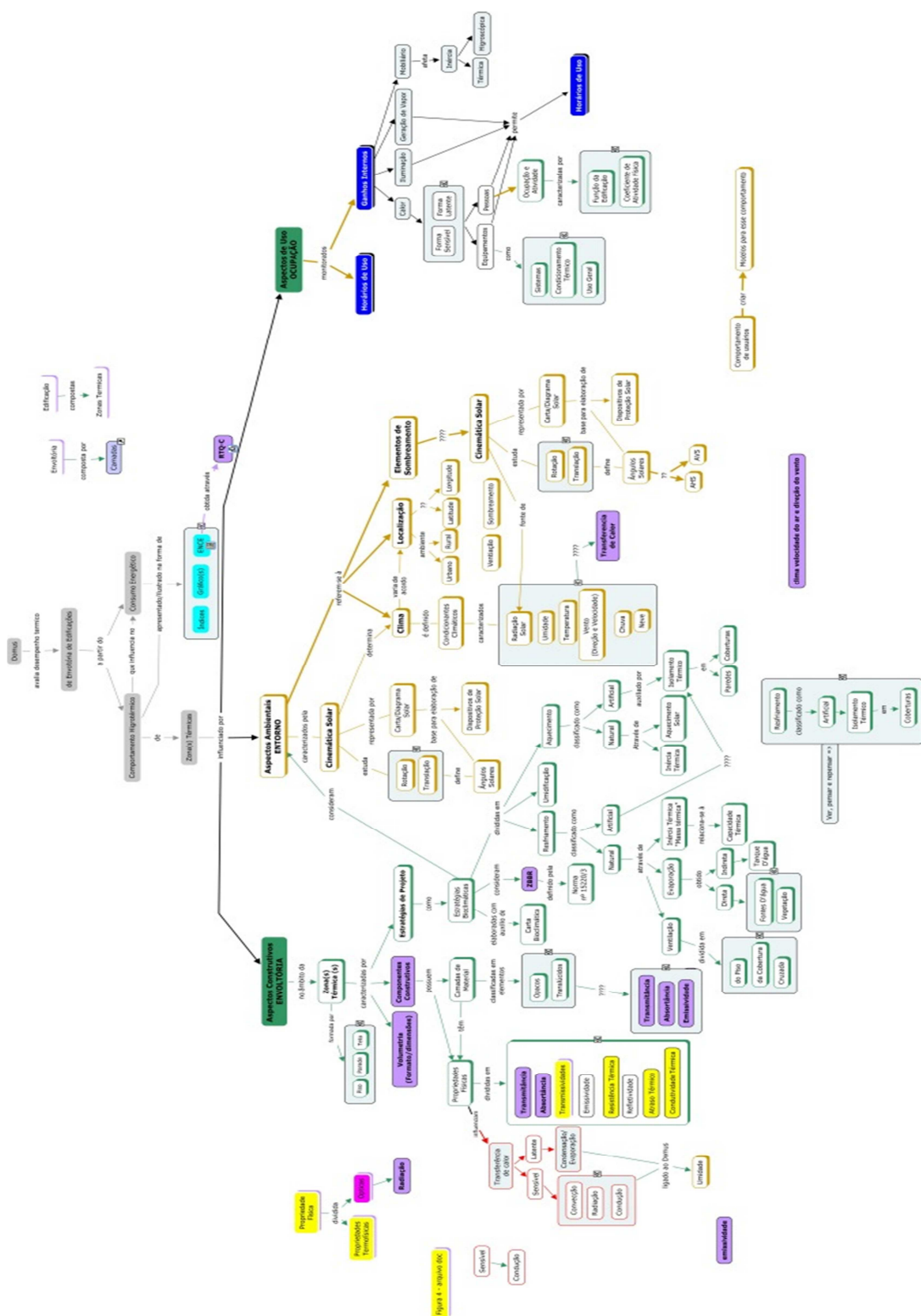


Figura 7 - Mapa conceitual com conceitos específicos da Física das Edificações (borda em vermelho) e RTQ (laranja com bordas verde e com preenchimento em roxo) e as anotações cooperativa e síncrona.

No mapa da Figura 7, observa-se que as anotações, alterações e acréscimo de conteúdos deixaram o mapa “poluído” de informações. Para melhor entendimento, procurou-se identificar os conceitos da RTQ (roxo), reorganizá-los (amarelo); isso fez surgir pequenos submapas (lateral esquerda do mapa), frases com questionamentos, enfim, a intenção era não perder as informações, as linhas de raciocínio de como as alterações foram e devem ser feitas para se aproveitar, ao máximo, o potencial dos profissionais envolvidos nesse trabalho.

Após a reunião, a tarefa foi reestruturar o mapa. Os profissionais da Arquitetura e do Instrucional, individualmente, estabeleceram um tempo para recorrer ao áudio com as explicações e alterações sugeridas, acrescentar as anotações feitas e apresentar a nova versão para discussão. As versões dos mapas apresentadas pelas equipes tiveram algumas divergências em algumas interpretações. Tais divergências precisaram ser esclarecidas para que fossem feitas, corretamente, as alterações necessárias. O trabalho síncrono e cooperativo foi importante e eficiente, tendo sido adotada como estratégia a discussão e as alterações. Assim, nas ligações proposicionais e nos conceitos diferentes, selecionou-se o trecho do áudio, ouvido várias vezes, discutiu-se a alteração a ser feita e, de forma síncrona, fez-se a reorganização. O áudio foi muito ouvido durante esse processo, utilizaram-se submapas (Estratégia Bioclimática) para evitar o excesso de informações e os *crosslink* nas ligações entre “submapas” (interdisciplinar) – linhas mais “espessas”. Para se chegar à versão final do mapa do Domus relacionado à Envoltória, exemplificada na Figura 8, foi preciso o auxílio e a correção do Coordenador Geral e de especialista das Artes, essa última contribuiu no layout.

Nesse mapa final, observam-se características do Software Domus e todos os conceitos relacionados ao se criar a Envoltória de um projeto de edificação, abrangendo as áreas da Física das Edificações, Arquitetura Bioclimática e RTQ, cujas ligações proposicionais estejam bem definidas. No Domus, o Desempenho Térmico Energético de Edificações é representado na forma de Dados de Saída (Índices, Gráficos e ENCE), através da RTQ. O Desempenho Térmico Energético de Edificações é influenciado pelos Aspectos Construtivos- Envoltória (verde), Aspectos Ambientais – Entorno (ocre) e Aspectos de Uso – Ocupação (verde), os conceitos com borda verde são configurações e requisitos dos Dados de Entrada (visualizar no Organizador Gráfico – Figura 2, p. 33). Os aspectos ambientais-entorno que estão na cor ocre são do eixo de Parâmetros e os já mencionados, anteriormente, de Dados de Saída. É possível ver a influência dos conceitos relacionados a essas três malhas conceituais na Transferência de Calor e os conceitos relacionados diretamente à Física das Edificações (parte inferior do mapa, em cinza), em que se enfatizam a Energia, Umidade e Temperatura como requisitos necessários para se avaliar o Desempenho Térmico Energético de Edificações.

Ao visualizar-se o mapa é fácil identificar os conceitos relacionados da RTQ-C – com preenchimento da mesma cor da RTQ-C, além de outras relações feitas pelos *crosslinks*.

Esse trabalho, com mapas conceituais, durou aproximadamente três meses (abril a junho de 2012), elaboraram-se de 18 a 20 mapas e mais alguns submapas, além das alterações e reorganizações feitas durante todo tempo nas versões criadas. Nas pesquisas realizadas sobre trabalhos online, com equipe multidisciplinar, para elaboração de conteúdos para cursos presenciais ou a distância, não foram encontrados trabalhos que relacionam esses conteúdos.

3.2 - Mapas conceituais e matriz dos objetivos e processos cognitivos

A etapa de trabalho com mapas conceituais foi importante para delinear os conceitos a serem abordados no Curso do Domus e Envoltória. Essa identificação conceitual interdisciplinar foi o ponto de partida para a elaboração da matriz conceitual, com os conhecimentos e processos cognitivos necessários, visando alcançar os objetivos propostos nesse curso.

O desafio, após a finalização desse mapa, foi definir os objetivos instrucionais e processos cognitivos a serem explorados nos exercícios no Curso Domus, visando auxiliar o aperfeiçoamento profissional dos Arquitetos e Engenheiros.

No início da elaboração e organização da matriz conceitual percebeu-se a necessidade de se manter a hierarquia do mapa, conseqüentemente, das malhas conceituais ao se listar os conceitos, classificando-os em Aspectos Construtivos, Aspectos do Entorno e Aspectos de Ocupação, com o intuito de facilitar a visualização e categorizar os objetivos educacionais. Diante da quantidade de informações, foi preciso elaborar uma matriz específica para cada processo cognitivo: Lembrar, Entender e Aplicar. Esses processos cognitivos são os definidos e serão trabalhados na primeira etapa de aplicação do Curso.

Na Figura 9, temos um recorte das matrizes elaboradas (Processo Cognitivo – Entender) diante das novas orientações do Coordenador Geral sobre a mudança do foco de aplicação do primeiro módulo do curso que será: Software Domus (Domus I) e no módulo II o Domus e Envoltória. Sendo assim, o material a ser produzido irá atender ao objetivo do curso Domus I: **Formar profissionais para o entendimento e funcionamento do Domus – Procel Edifica e sua aplicação na etiquetagem parcial da envoltória nos métodos prescritivo e de simulação da RTQ-C.**