



Universidade Federal
de Campina Grande

**Universidade Federal de Campina Grande
Centro de Engenharia Elétrica e Informática
Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica**

TESE DE DOUTORADO

**Proposição de Modelo Instrucional para Suporte à Capacitação
de Operadores de Sistemas Elétricos em Ambientes de *e-learning***

GERSON PESENTE FOCKING

Campina Grande – Março de 2015

GERSON PESENTE FOCKING

**Proposição de Modelo Instrucional para Suporte à Capacitação
de Operadores de Sistemas Elétricos em Ambientes de *e-learning***

Tese de Doutorado submetida à Coordenação do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica da Universidade Federal de Campina Grande, como parte dos requisitos necessários à obtenção do grau de Doutor em Engenharia Elétrica.

Área de Concentração: Engenharia da Computação

Maria de Fátima Queiroz Vieira, PhD.
Orientadora

José Sérgio da Rocha Neto, D.Sc.
Orientador

Campina Grande – Março de 2015

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA CENTRAL DA UFCG

F652p

Focking, Gerson Pesente.

Proposição de modelo instrucional para suporte à capacitação de operadores de sistemas elétricos em ambientes de *e-learning* / Gerson Pesente Focking. – Campina Grande, 2015.

155 f. : il. color.

Tese (Doutorado em Engenharia Elétrica) - Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Engenharia Elétrica e Informática, 2015.

"Orientação: Profa. PhD. Maria de Fátima Queiroz Vieira, Prof. D.Sc. José Sérgio da Rocha Neto".

Referências.

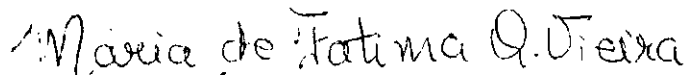
1. *E-learning*.
 2. Modelo Instrucional.
 3. Simuladores.
 4. Laboratórios Virtuais.
- I. Vieira, Maria de Fátima Queiroz.
II. Rocha Neto, José Sérgio da. III. Título.


CDU 004.5:37.018.43(043)

"MODELO INSTRUCIONAL PARA CAPACITAÇÃO DE OPERADORES DE SISTEMAS ELÉTRICOS FUNDAMENTADO EM ONTOLOGIAS DO DOMÍNIO"

GERSON PESENTE FOCKING

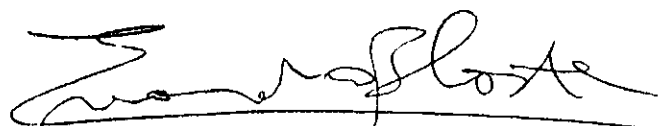
TESE APROVADA EM 27/03/2015


MARIA DE FÁTIMA QUEIROZ VIEIRA, Ph.D., UFCG
Orientador(a)


JOSÉ SÉRGIO DA ROCHA NETO, D.Sc., UFCG
Orientador(a)


ADRIA DUARTE DÓRIA NETO, Dr., UFRN
Examinador(a)


ANGELO PERKUSICH, D.Sc., UFCG
Examinador(a)


EVANDRO DE BARROS COSTA, D.Sc., UFAL
Examinador(a)


HYGGO OLIVEIRA DE ALMEIDA, D.Sc., UFCG
Examinador(a)

CAMPINA GRANDE - PB

DEDICATÓRIA

- ❖ *Aos meus pais, pilares da minha educação;*
- ❖ *A Deus, pela fé que orienta a vida honesta de trabalho e estudo;*
- ❖ *À minha família e amigos, que entenderam minha ausência em muitos momentos;*
- ❖ *Ao meu amigo prof. Francisco Canindé (in memoriam);*
- ❖ *Ao meu amigo Nahides Sales (in memoriam);*
- ❖ *Ao meu fiel escudeiro Toddy (in memoriam).*

MARES DA VIDA

*A cada um é dado o mar que necessita
Turbulento, revoltado, calmo, tranquilo
Cada um conduz o seu barco remando a seu tempo
E com a força que dispõe
Cada um é um
E todos somos um
Cada um tem um destino
Caminho traçado e seguido, ou modificado
A escolha é de cada um
O resultado é de cada um
O aprendizado é de cada um
O barco é de cada um
Um que vai, um que vem
A navegar pelos mares da vida.*

Edglei Rodrigues – Patos – PB

Poesia criada em novembro de 2014

AGRADECIMENTOS

Agradeço em especial aos meus orientadores, a Prof^a. Maria de Fátima Queiroz Vieira e o Prof^o. José Sérgio da Rocha Neto pela confiança, apoio e ensinamentos, e aos professores examinadores desta pesquisa.

Aos meus pais, Ezequiel Adão Focking (*in memoriam*) e Prima Pesente Focking que sempre colocaram a educação e o trabalho antes da diversão. Este trabalho dedico a vocês.

À minha família, irmãos Ivan e Deize, Lorenzo, Pedro, Telmo, primos, tios, tias. Minha esposa Maria Mistte, minhas princesas Camilla e Carolinne e toda a família Caldeira. Aos profissionais da enfermagem e medicina que carregam a saúde do Brasil nas costas.

Ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins na pessoa do magnífico Reitor Prof. Francisco Nairton do Nascimento pela iniciativa e apoio, e em especial à Direção Geral e de Ensino do Campus Palmas, aos professores da Coordenação de Informática e da Coordenação de Indústria.

Aos professores e servidores administrativos da UFCG - Universidade Federal de Campina Grande, pelos ensinamentos e suporte durante este curso. Aos amigos de Campina Grande e do LIHM, LIEC, DEE, COPELE, que conquistei neste período, Flávio Torres, Flávio Fabrício, Yuska Paola, Ademar Netto, Rafael, Daniel, Jaedilson, George, Killer, Maurício e D. Terezinha, Thamiles, Rodolfo, Ângela, Pedro, seu Danilo, Thiago, Felipe, Daniele, Guilherme, Dra. Socorro, Luis Carlos, Lula, José Augusto, Seu Aleixo, Simões, Toni, seu Nenê, Borrego, Damiana e Eduarda, Primo Fiteiro, D. Alba, Tâmara e Carol, D. Maria e seu Zey. E toda nação Raposeira.

A CAPES pelo apoio financeiro na forma de bolsas de estudo.

Em especial agradecimento ao senhor dos senhores, Jesus Cristo, por estar sempre ao meu lado, orientando, protegendo e abençoando com muita paz e tranquilidade.

RESUMO

Projetar experiências de aprendizagem eficientes para a execução de tarefas complexas, demanda a seleção de diferentes estilos de aprendizagem. Um projeto instrucional deve delimitar o objetivo de aprendizagem e apontar para as estratégias instrucionais mais adequadas. Esta é uma atividade complexa para os profissionais responsáveis pelo planejamento de programas de capacitação na indústria, os quais não têm formação em assuntos didático-pedagógicos. Nestas condições, aplicam modelos de treinamento que não favorecem o desenvolvimento de habilidades e competências e conseqüentemente não alteram significativamente os índices de desempenho já existentes. Um dos desafios na elaboração do projeto instrucional de treinamentos em ambientes de *e-learning* é a seleção adequada de estratégias e recursos para construir módulos de aprendizagem de qualidade. Por outro lado, os avanços tecnológicos introduziram novas formas de treinamento, presencial e à distância, em ambientes de *e-learning*. Estas tecnologias ampliam as condições de realização da instrução e oferecem a oportunidade de um aprendizado independente e autônomo, reduzindo os custos do treinamento presencial. O objetivo desta pesquisa é apoiar a elaboração de treinamentos teóricos e práticos de operadores de sistemas elétricos, com o suporte de ambientes de *e-learning*, simuladores e laboratórios virtuais. Neste estudo foram criados Modelos de Módulos de Aprendizagem baseados em fatos coletados durante a pesquisa e na literatura consultada. Os modelos elaborados visam o treinamento em situações de rotina e de contingências. Como resultado da pesquisa foi proposta uma metodologia para apoiar a seleção de estratégias e recomendar modelos de módulos de aprendizagem. A metodologia é fundamentada em uma ontologia de módulos de aprendizagem, a qual relaciona estilos e estratégias de aprendizagem com o domínio do conhecimento, o contexto da tarefa, objetivos de aprendizagem, recursos instrucionais e ferramentas computacionais para formalizar os modelos de módulos, além de incorporar o conhecimento sobre os processos de cognição, percepção, ação e comunicação, fundamentais à execução da tarefa durante um treinamento. No texto são apresentados dezesseis modelos de módulos de aprendizagem e os respectivos sistemas de avaliação da aprendizagem e de desempenho. Como resultado do apoio à seleção de estratégias instrucionais e orientação na criação de modelos, foi observada uma diminuição no tempo gasto na construção do projeto instrucional de módulos de aprendizagem.

Palavras chave: *e-learning*, modelo instrucional, simuladores e laboratórios virtuais.

ABSTRACT

Designing effective learning experiences for the implementation of complex tasks demands the selection of different learning styles. An instructional design should specify the learning objective and point to the most appropriate instructional strategies. This is a complex activity for professionals in charge of planning training programs in the industry, who have no background in didactic and pedagogical issues. In those circumstances, they apply training models that do not favor the development of skills and competencies and therefore do not significantly alter the existing performance indicators. One of the challenges in developing the instructional design for *e-learning* environments is the selection of adequate strategies and resources to build quality learning modules. On the other hand, technological advances have introduced new training resources, both for the classroom and distance learning in *e-learning* environments. These technologies extend the conditions for implementing the teaching process and offer the opportunity of an independent and autonomous learning, reducing the classroom training costs. The objective of this research is to support the development of theoretical and practical training for electrical system operators, with the support of *e-learning* environments, simulators and virtual labs. In this study Learning Modules Models were created based on facts collected during this study and in the literature. The models built were aimed at training in routine operations as well as during contingency situations. As a result of this research it was proposed a methodology to support the selection of strategies and the recommendation of models for learning modules. The methodology is based on an ontology of learning modules, which relates learning styles and strategies to: the domain knowledge, task context, learning objectives, instructional resources and computational tools to formalize the modules' models, and to incorporate the knowledge about: the cognitive processes, perception, action and communication, all fundamental to task execution during training. In this text are also presented sixteen learning modules models as well as the respective evaluation systems of learning and performance. As a result of the guidance during the selection of instructional strategies and model building, it was observed a decrease in the time spent on building the learning modules instructional design.

Keywords: *e-learning, instructional models, simulators and virtual labs.*

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1: Características e estratégias das teorias pedagógicas	35
Figura 2.2: Taxonomia de objetos de aprendizagem	36
Figura 2.3: Modelo conceitual para módulos de aprendizagem	37
Figura 2.4: Etapas e atividades padrão aos modelos de projeto instrucional	39
Figura 2.5: Simulador SimuLIHM executando no AVA	41
Figura 3.1: Conceitos e relações da ontologia de módulos de aprendizagem	50
Figura 3.2: Ontologia no contexto da tarefa e suas instâncias	55
Figura 3.3: Mapa conceitual da ontologia de módulos de aprendizagem	56
Figura 3.4: Ontologia de módulos de aprendizagem	57
Figura 3.5: Regras na linguagem SWRL	58
Figura 3.6: Instanciação de módulo de aprendizagem	58
Figura 4.1: Modelo para a arquitetura receptiva	64
Figura 4.2: Modelo de módulo de aprendizagem – T1	65
Figura 4.3: Modelo de módulo de aprendizagem – T2	66
Figura 4.4: Modelo de módulo de aprendizagem – P1	67
Figura 4.5: Modelo de módulo de aprendizagem – P2	68
Figura 4.6: Modelo para a arquitetura direcionada	69
Figura 4.7: Modelo de módulo de aprendizagem – T3	70
Figura 4.8: Modelo de módulo de aprendizagem – T4	71
Figura 4.9: Modelo de módulo de aprendizagem – P3	72
Figura 4.10: Modelo de módulo de aprendizagem – P4	73
Figura 4.11: Modelo para a arquitetura descoberta guiada	74
Figura 4.12: Modelo de módulo de aprendizagem – T5	74
Figura 4.13: Modelo de módulo de aprendizagem – T6	76
Figura 4.14: Modelo de módulo de aprendizagem – P5	77
Figura 4.15: Modelo de módulo de aprendizagem – P6	78
Figura 4.16: Modelo para a arquitetura exploratória	79
Figura 4.17: Modelo de módulo de aprendizagem – T7	80
Figura 4.18: Modelo de módulo de aprendizagem – T8	81
Figura 4.19: Modelo de módulo de aprendizagem – P7	82
Figura 4.20: Modelo de módulo de aprendizagem – P8	83
Figura 5.1: Representação da metodologia <i>i-blended</i>	85
Figura 5.2: Metodologia <i>i-blended</i> associada à Norma ISO 10015	87
Figura 5.3: Formulário de modelagem do perfil do operador	89
Figura 5.4: Formulário para análise cognitiva da tarefa	92
Figura 6.1: Fluxograma de etapas do experimento	114
Figura 6.2: Ferramentas de interação disponíveis no módulo de aprendizagem	117
Figura 6.3: Lição de aprendizagem e avaliação teórica	118
Figura 6.4: Lição de aprendizagem e avaliação prática	119
Figura 6.5: Simulador de relés digitais Alston	119

LISTA DE QUADROS

Quadro 2.1: Temas de pesquisa	31
Quadro 2.2: Principais publicações e seus respectivos autores	31
Quadro 2.3: Matriz para cálculo do resultado da certificação	34
Quadro 3.1: Subontologia do domínio cognitivo	52
Quadro 3.2: Subontologia do domínio perceptivo	53
Quadro 3.3: Subontologia do domínio psicomotor	54
Quadro 3.4: Subontologia do domínio da comunicação	55
Quadro 4.1: Arquiteturas de projeto instrucional	63
Quadro 5.1: Relação entre estratégias instrucionais e estilos de aprendizagem	88
Quadro 5.2: Relação entre estratégias, domínio do conhecimento e contexto da tarefa	90
Quadro 5.3: Relação entre estratégias instrucionais e as categorias de conteúdo	93
Quadro 5.4: Relação entre estratégias instrucionais e categorias de treinamento	94
Quadro 5.5: Relação entre estratégias instrucionais e modelos de módulos de aprendizagem	95
Quadro 5.6: Estilos de aprendizagem do modelo de Felder & Silverman	98
Quadro 5.7: Estilos de aprendizagem dos operadores da CHESF	100
Quadro 5.8: Estratégias recomendadas por estilos de aprendizagem	101
Quadro 5.9: Mapeamento dos cenários de treinamento	101
Quadro 6.1: Estilo de aprendizagem dos operadores	109
Quadro 6.2: Análise Cognitiva da Tarefa – Cenário de Treinamento	110
Quadro 6.3: Mapeamento da situação de treinamento	111
Quadro 6.4: Estratégias recomendadas para o domínio do conhecimento	111
Quadro 6.5: Estratégias recomendadas para o contexto da tarefa	111
Quadro 6.6: Relação de estratégias instrucionais por categoria de conteúdo	112
Quadro 6.7: Relação de estratégias instrucionais por categoria de treinamento	112
Quadro 6.8: Resultado da aplicação da metodologia <i>i-blended</i>	112
Quadro 6.9: Cenário de treinamento prático	115
Quadro 6.10: Cenário de avaliação prática	116
Quadro 6.11: Definição do cenário de treinamento	120
Quadro 6.12: Resultados de tempo para realizar a tarefa	120
Quadro 6.13: Resultados da avaliação diagnóstica	120
Quadro 6.14: Resultados da avaliação somativa	121
Quadro 6.15: Considerações dos operadores	121

GLOSSÁRIO

ANEEL - Agência Nacional de Energia Elétrica.

Blended learning – Aprendizagem combinada. Modalidade de treinamento onde a maior parte dos conteúdos é fornecida em ambientes de *e-learning*, tipicamente pela *Internet*, entretanto inclui necessariamente situações de treinamento presenciais.

Browser - Programa de computador que possibilita acessar as páginas na *Internet*.

Chat – Salas de bate papo em tempo real via *Internet*.

CHESF - Companhia Hidro Elétrica do São Francisco.

EaD – Educação a Distância.

e-learning – Modalidade de treinamento interativo aplicado à distância via *Internet* e que integra recursos das Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) a sua estrutura.

eXeLearning – Editor XHTML para criação de módulos de aprendizagem.

GIHM – Grupo de pesquisa em interfaces homem-máquina – UFCG.

GREDES – Grupo de pesquisa em redes de computadores – IFTO.

IEEE - *Institute of Electrical and Electronics Engineers*.

IFTO - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins.

IHM - Interface homem-máquina.

ISO - *International Organization for Standardization*.

LAN - *Local area network*.

Labview – Software para projeto de sistemas de instrumentação virtual.

LDR – *Light dependent resistor ou photoresistor ou photocell*.

LIEC – Laboratório de Instrumentação Eletrônica e Controle.

LIHM – Laboratório de Interfaces Homem Máquina.

MCIE - Método para Concepção de Interfaces Ergonômicas.

MPO - Manual de Procedimentos da Operação.

Moodle - *Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment*.

OA – Objeto de aprendizagem.

OI – Objeto de informação.

ONS – Operador nacional do sistema elétrico.

On-the-job-training – Treinamento realizado no local de trabalho.

OWL - *Web Ontology Language*. Linguagem para construção de ontologias.

SAPi – Sistema de apoio à construção de projetos instrucionais.

SCORM - *Sharable Content Object Reference Model*. Coleção de padrões e especificações.

para recursos e atividades para *e-learning* baseadas na web.

Screenshot – Cópia da tela do computador.

Simulop – Simulador de operação de sistemas elétricos.

Switch – Dispositivo que permite a conexão de computadores em rede.

SWRL - *Semantic Web Rule Language*.

Template – Modelos de documentos, formulários, códigos ou interfaces, utilizados como padrão na construção de novas versões destes artefatos.

TIC - Tecnologias da informação e comunicação.

UFMG - Universidade Federal de Campina Grande.

Web - Rede que conecta computadores por todo mundo.

Wiki – Identifica uma coleção de documentos, formando uma enciclopédia *online*.

Wireless – Rede de computadores sem fio funciona por rádio frequência.

Workshop - É uma reunião de um grupo de pessoas interessados em um determinado assunto que pode ser realizado presencialmente ou *online*.

W3C - *The World Wide Web Consortium* é uma comunidade internacional que desenvolve padrões abertos para assegurar o crescimento a longo-prazo da *Web*.

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1 – INTRODUÇÃO	19
1.1 Contexto e motivação	19
1.1.1 Treinamento tradicional de operadores de sistemas elétricos	21
1.1.2 O treinamento de operadores na modalidade de <i>e-learning</i>	21
1.1.3 Projetos instrucionais apoiados por tecnologias computacionais	22
1.2 Questões de pesquisa	24
1.3 Objetivos do Trabalho	25
1.3.1 Objetivo geral	27
1.3.2 Objetivos específicos	27
1.4 Metodologia de desenvolvimento da pesquisa	27
1.5 Estrutura do documento de tese	29
CAPÍTULO 2: REFERENCIAL TEÓRICO	31
2.1 Reflexões sobre o treinamento e a certificação de operadores	32
2.1.1 Treinamento de operadores de sistemas e instalações elétricas	33
2.1.2 Contribuições das teorias pedagógicas ao projeto instrucional	32
2.1.3 Taxonomia de objetos de aprendizagem	36
2.1.4 Modelo conceitual de módulos de aprendizagem	37
2.1.5 Ontologia de módulos de aprendizagem	38
2.1.6 Projeto instrucional de módulos de aprendizagem	38
2.2 Ambientes virtuais de treinamento	40
2.2.1 Simuladores virtuais para treinamento de operadores	40
2.2.2 Laboratórios virtuais e instrumentos remotos	42
2.3 Sistemas de recomendação de recursos instrucionais	43
2.3.1 Filtragem baseada em conteúdo	45
2.3.2 Filtragem colaborativa	45
2.3.3 Filtragem baseada em conhecimento	46
2.3.4 Filtragem de estratégias e recomendação de objetos de aprendizagem	46
2.4 Considerações finais deste capítulo	48
CAPÍTULO 3: ONTOLOGIA DE MÓDULOS DE APRENDIZAGEM	50
3.1 Subontologia do perfil do operador	51
3.2 Domínio cognitivo da ontologia de módulos de aprendizagem	51
3.3 Domínio perceptivo da ontologia de módulos de aprendizagem	52
3.4 Domínio psicomotor da ontologia de módulos de aprendizagem	53
3.5 Domínio da comunicação da ontologia de módulos de aprendizagem	54
3.6 Ontologia do contexto da tarefa	55
3.7 Ontologia de módulos de aprendizagem	56
3.8 Ontologias e o projeto instrucional de módulos de aprendizagem	59
3.9 Considerações finais deste capítulo	60
CAPÍTULO 4: MODELOS DE PROJETO INSTRUCIONAL PARA MÓDULOS DE APRENDIZAGEM	62
4.1 Arquiteturas de Projeto Instrucional na Modalidade <i>e-learning</i>	63
4.2 Arquitetura de Aprendizagem Receptiva	64
4.2.1 T1: Modelo de módulo de aprendizagem teórico-assíncrono	65
4.2.2 T2: Módulo de aprendizagem teórico-prático-assíncrono	65
4.2.3 P1: Modelo de módulo de aprendizagem prático-assíncrono	66
4.2.4 P2: Módulo de aprendizagem prático-assíncrono	67
4.3 Arquitetura de Aprendizagem Direcionada	68
4.3.1 T3: Modelo de módulo de aprendizagem teórico-assíncrono	69
4.3.2 T4: Modelo de módulo de aprendizagem teórico-síncrono	70

4.3.3 P3: Modelo de módulo de aprendizagem prático-assíncrono	71
4.3.4 P4: Modelo de módulo de aprendizagem prático-síncrono	72
4.4 Arquitetura de Aprendizagem Descoberta Guiada	73
4.4.1 T5: Modelo de módulo de aprendizagem teórico-síncrono	74
4.4.2 T6: Modelo de módulo de aprendizagem teórico-prático-síncrono	75
4.4.3 P5: Modelo de módulo de aprendizagem prático-síncrono	76
4.4.4 P6: Modelo de módulo de aprendizagem prático-síncrono	77
4.5 Arquitetura de Aprendizagem Exploratória	78
4.5.1 T7: Modelo de módulo de aprendizagem teórico-prático-síncrono	79
4.5.2 T8: Modelo de módulo de aprendizagem teórico-prático-síncrono	80
4.5.3 P7: Modelo de módulo de aprendizagem prático-assíncrono	81
4.5.4 P8: Modelo de módulo de aprendizagem prático-síncrono	82
4.6 Considerações finais deste capítulo	83
CAPÍTULO 5: METODOLOGIA DE FILTRAGEM DE ESTRATÉGIAS E RECOMENDAÇÃO DE MODELOS PARA MÓDULOS DE APRENDIZAGEM	85
5.1 Norma ISO 10015 - Diretrizes para treinamento	86
5.2 Etapas para Aplicação da Metodologia <i>i-blended</i>	87
5.2.1 Etapa 1 - Modelagem do perfil do operador	87
5.2.2 Etapa 2 - Modelagem da tarefa	90
5.2.3 Etapa 3 – Recomendação de modelos de módulos de aprendizagem	94
5.2.4 Etapa 4 – Construção da matriz de projeto instrucional	95
5.3 Aplicação e validação da metodologia <i>i-blended</i>	97
5.3.1 Definição do perfil e estilo de aprendizagem dos operadores	97
5.3.2 Mapeamento dos cenários de treinamento	101
5.3.3 Cenário de treinamento de recomposição do sistema	102
5.3.4 Cenário de treinamento em contingências e reenergização	103
5.3.5 Cenário de treinamento em operação normal e manobras	104
5.3.6 Cenário de treinamento em operação do sistema de supervisão	105
5.4 Considerações finais deste capítulo	106
CAPÍTULO 6. ESTUDO DE CASO CHESF - TREINAMENTO EM PROTEÇÃO COM RELÉS DIGITAIS	109
6.1 Descrição da tarefa	109
6.2 Categoria de Conteúdo	110
6.3 Filtragem de estratégias pelo domínio do conhecimento e contexto da tarefa	111
6.4 Filtragem de estratégias por categoria de conteúdo	111
6.5 Filtragem de estratégias por categoria de treinamento	112
6.6 Recomendação de modelos para módulos de aprendizagem	112
6.7 Cenários de treinamento – Processo de navegação e interpretação da informação	113
6.8 Instanciação dos cenários de treinamento	114
6.9 Módulo de aprendizagem desenvolvido para o experimento em laboratório	117
6.10 Análise dos resultados obtidos no experimento realizado em laboratório - Instanciação do cenário de treinamento	119
6.11 Considerações Finais Deste Capítulo	121
CAPÍTULO 7: CONCLUSÕES E OBSERVAÇÕES FINAIS	124
7.1 Conclusões e discussões	124
7.2 Principais contribuições	129
7.3 Trabalhos futuros	130
7.4 Considerações Finais	172
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	135
APÊNDICE A	141
APÊNDICE B	149

Capítulo 1 – Introdução

Durante os últimos anos a complexidade do trabalho dos operadores de sistemas elétricos tem aumentado significativamente. A natureza dos problemas de operação tem modificado em muitas instâncias relacionadas anteriormente à coordenação de operações para condições de emergência, colapsos de tensão e gestão de congestionamentos. Estes fatores somados à ocorrência de “apagões” levou as empresas do setor elétrico à intensificar suas ações relacionadas a ampliação da confiabilidade e desempenho em todas as fases da operação do sistema como durante a operação normal; operações de emergência, contingências e operações de restauração do sistema.

Para Moreale, (2007) o papel dos centros de operação torna-se crítico e cada vez mais dependente do desempenho dos operadores de sistemas em tempo real, tornando imprescindível que estes operadores tenham um maior domínio e habilidade para operar o sistema de potência, suportando as crescentes e complexas tomadas de decisões, de maneira rápida e precisa, visando assim encontrar o ponto correto entre segurança e economia de modo equânime e transparente,

Considerando o cenário exposto é possível constatar a importância de se oferecer aos operadores, programas de capacitação contextualizados à tarefa e personalizados a cada um, que contemplem os métodos tradicionais de treinamento, combinados com a aplicação de recursos instrucionais multimídia e ferramentas computacionais, como os presentes em ambientes de *e-learning*, simuladores e laboratórios virtuais.

Este capítulo introduz o contexto e a motivação desta tese. Sobre estes elementos, as questões de pesquisa, principais hipóteses e objetivos foram estabelecidos. Os desafios desta tese são discutidos e uma visão estruturada deste documento é apresentada no final deste capítulo.

1.1 Contexto e motivação

Este trabalho trata de aspectos que se destacam na especificação de requisitos de treinamento de acordo com as necessidades instrucionais do operador e necessidades operacionais da tarefa. São empregados os fundamentos e práticas do *e-learning*, enfocando o treinamento industrial a distância de operadores de sistemas e instalações elétricas, utilizando a *Internet* como ferramenta principal e com o desafio de combinar estratégias, recursos instrucionais e

ferramentas computacionais com uma metodologia voltada para a execução em ambientes de *e-learning*.

O treinamento de operadores deve satisfazer requisitos mínimos de desempenho, experiência prática e conhecimento técnico. Um conjunto de competências e habilidades devem ser demonstrados, comprovando que o operador está habilitado a operar o sistema elétrico e executar manobras na subestação. Pela complexidade das operações e a diversidade de conhecimentos necessários para exercê-las, De Castro (2007) afirma que é essencial a realização de uma preparação bastante específica para habilitá-los ao adequado desempenho de suas atribuições.

Os operadores são responsáveis por diversas tarefas complexas e fundamentais para o adequado funcionamento do sistema elétrico. Para estarem plenamente capacitados a desempenhar estas tarefas, é indispensável que sejam submetidos a um rigoroso e constante processo de treinamento, que deve envolver técnicas e ferramentas variadas, dentre as quais se destacam nesta pesquisa os ambientes de *e-learning*, simuladores e laboratórios virtuais.

O contexto apresentado anteriormente evidencia a necessidade da formatação de programas de capacitação que permitam aos operadores obter conhecimentos atualizados da operação e do sistema de potência, desenvolver habilidades para a execução de manobras de forma eficiente e eficaz, tomando decisões certas em prazos de tempo cada vez menores.

Visando modernizar o programa de qualificação e melhorar o desempenho dos operadores durante as experiências de aprendizagem realizadas nas diversas etapas do treinamento na operação, é importante para a indústria da energia elétrica a busca por metodologias e ferramentas que possam auxiliar tanto na preparação destes treinamentos quanto na melhoria dos resultados obtidos em níveis de competências, habilidades e desempenho.

Em se tratando de modernizar modelos educacionais ou programas de capacitação, a Educação a Distância (EaD) na modalidade *e-learning*, desponta como uma abordagem de ensino extremamente adequada para atender às novas demandas de treinamento teórico e prático de operadores. Este modelo de ensino oferece flexibilidade de espaço, assistência, ritmos de aprendizagem com diferentes itinerários instrucionais e a combinação de trabalho com treinamento.

Para Belloni (2006) o *e-learning* é altamente dependente das tecnologias da informação e comunicação (TIC's) e é formado por todos os processos componentes que interagem quando ocorre o ensino e o aprendizado à distância, e inclui a especificação, a apresentação, a gestão,

o aprendizado e a comunicação realizada durante o ciclo de uma experiência de aprendizagem.

O operador torna-se responsável pela própria aprendizagem e por aplicar no ambiente de trabalho o aprendizado. A integração de diferentes ferramentas de comunicação e interação traz como consequência a aquisição de novos valores, interesses, atitudes e conhecimentos. Com a oferta de módulos de aprendizagem padronizados e ajustados às características do operador e às necessidades da tarefa é evitada a transmissão do conhecimento sem uniformidade, o que provoca diferentes níveis de formação dos operadores.

Destaca-se como motivação desta pesquisa investigar qual é a relevância do projeto instrucional em relação à elaboração de modelos de módulos de aprendizagem em um contexto de treinamento em ambientes de *e-learning* para a indústria da energia elétrica.

1.1.1 Treinamento tradicional de operadores de sistemas elétricos

Usualmente o treinamento de operadores de sistemas elétricos é executado através de encontros presenciais onde os conceitos teóricos (estudo de normativos de operação) são apresentados e discutidos. Já a aprendizagem prática é obtida a partir da utilização de simuladores ou através da operação do sistema real sob a supervisão de um operador experiente. Este formato de treinamento apresenta diversas deficiências instrucionais fazendo com que o operador tenha um grande déficit em termos de experiência do dia-a-dia da operação do sistema, podendo prejudicar a tomada de decisões na sala de controle.

Entre as técnicas utilizadas no treinamento destacam-se o *on-the-job-training*, encontros presenciais com especialistas, *drill* e prática, discussões, questionários e simulações em ambiente real e virtual. Quanto às ferramentas, tem se destacado a utilização dos simuladores (OTS – *Operator training system*) que apresentam diferentes configurações dependendo dos objetivos do treinamento. Tais aplicativos são importantes por permitirem aos operadores interagir com um sistema elétrico simulado, analisando seu comportamento e desenvolvendo a capacidade de antever as consequências de suas ações.

Os modelos de treinamento aplicados na indústria do setor elétrico privilegiam a formação de competências associando teoria à prática, buscando preparar os operadores para a eficiente execução das atividades profissionais. Com base nesta abordagem, é intenção desta pesquisa verificar se a partir da utilização de uma metodologia de filtragem de estratégias instrucionais e recomendação de modelos de módulos de aprendizagem é possível orientar e melhorar o planejamento dos percursos instrucionais durante a construção da matriz de projeto

instrucional de treinamentos com uso de módulos de aprendizagem em ambientes de *e-learning*.

1.1.2 O treinamento de operadores na modalidade de e-learning

O *e-learning* é uma modalidade de ensino a distância que vem crescendo a cada ano no Brasil. Em cursos técnicos, tecnológicos, de graduação, pós-graduação e certificações esta modalidade já é consolidada. No entanto, ainda são poucos os programas desenvolvidos para a capacitação técnica na indústria. O *e-learning* oferece ao operador da indústria a flexibilidade de tempo e de espaço, fatores necessários para a qualificação durante a operação do sistema elétrico. A aprendizagem pode ocorrer a qualquer hora em qualquer lugar, conforme seu ritmo e necessidade.

Para Filatro (2008), o surgimento de novas modalidades de educação, formais ou informais, individuais ou coletivas, de natureza autodidata ou sob a tutela de instituições de ensino, em formato presencial, híbrido ou totalmente mediado por tecnologias, vem desenhando um novo cenário para a educação. Objetivos, papéis, metodologias e recursos são repensados à medida que máquinas, redes eletrônicas e tecnologias móveis invadem os espaços de aprendizagem tradicionais, fazendo emergir teorias e práticas relacionadas a sistemas virtuais, ambientes hipermídia e comunidades de aprendizagem.

O texto de Moran (2011), explica que se caminha para fórmulas diferentes de organização de processos de ensino-aprendizagem. Vale a pena inovar, testar, experimentar, porque avançaremos mais rapidamente na busca de novos modelos que estejam de acordo com as mudanças rápidas que experimentamos em todos os campos e com a necessidade de aprender continuamente.

Este novo contexto em permanente evolução necessita de estudos que forneçam metodologias e ferramentas para apoiar a construção de projetos instrucionais. Estes projetos são chamados por Filatro (2008) de *design instrucional* e promovem ações de planejamento, desenvolvimento e aplicação de métodos, técnicas, atividades, materiais, eventos e produtos educacionais em situações didáticas específicas, a fim de promover a partir dos princípios de aprendizagem e instrução conhecidos, a aprendizagem humana.

1.1.3 Projetos instrucionais apoiados por tecnologias computacionais

O contexto abordado nesta pesquisa diz respeito à ampliação do desempenho de operadores através de treinamento teórico-prático, utilizando modelos de módulos de aprendizagem

especificados utilizando a metodologia *i-blended*. Estes modelos oferecem aos operadores (indivíduos em treinamento) a oportunidade de interação com recursos instrucionais multimídia, laboratórios e simuladores virtuais e ferramentas de interação e avaliação disponibilizadas em plataformas computacionais distribuídas.

Os programas de capacitação industrial, segundo afirmam Belmonte & Grossi (2010), têm expandido a utilização de plataformas computacionais heterogêneas, compostas de tecnologias de *hardware* e *software* de última geração. Estas plataformas são apoiadas por redes de computadores com alta capacidade de transmissão de dados, durante atividades voltadas ao treinamento especializado. No entanto, esta ainda é uma área carente de estudos que apresentem resultados estatísticos sobre eficiência e eficácia.

Na literatura pesquisada e a partir das experiências desenvolvidas no Laboratório de Interfaces Homem-Máquina (UFCG/DEE/LIHM) e no Laboratório de Instrumentação Eletrônica e Controle (UFCG/DEE/LIEC), ficou evidente a necessidade de:

- Investigar a integração da instrução presencial e do treinamento teórico e prático em ambientes de *e-learning*;
- Obter dados quantitativos e qualitativos sobre a eficácia educacional das ferramentas virtuais integradas a ambientes de *e-learning*;
- Determinar estratégias de aprendizagem e avaliação flexíveis que considerem o estilo de aprendizagem do operador, os objetivos de aprendizagem, os domínios do conhecimento, o contexto da tarefa e as categorias de conteúdo e treinamento.

O arcabouço pedagógico e tecnológico existente neste ambiente de pesquisa possibilita ampliar e diversificar a aplicação da metodologia *i-blended*, permitindo seu aproveitamento na especificação de modelos de módulos de aprendizagem com diferentes combinações de estratégias, recursos instrucionais e ferramentas computacionais visando contemplar objetivos específicos de treinamento na operação de sistemas elétricos e subestações.

Realizaram-se durante esta pesquisa diversos experimentos com vistas a propor e validar uma arquitetura computacional de suporte ao treinamento teórico e prático de operadores e contribuir com a oferta da metodologia *i-blended* destinada a apoiar projetistas instrucionais na tarefa de construir a *matriz de projeto instrucional* de módulos de aprendizagem. Com este arcabouço metodológico e computacional pretende-se oferecer situações instrucionais que objetivam:

- Acelerar e facilitar a preparação de operadores através de treinamento personalizado executado na modalidade de *e-learning*;
- Oferecer reciclagem permanente dos operadores através do ambiente de *e-learning*;
- Auxiliar na assimilação de procedimentos operacionais através de simulações virtuais e presenciais, assim como a reprodução de eventos, cenários e procedimentos incomuns na operação;
- Interagir de forma simulada com o sistema elétrico realizando ações e verificando suas consequências;
- Criar cenários de manobras complexas que permitam a certificação de operadores em todos os níveis de capacitação;
- Preparar o operador para atuar em situações de emergência que exigem ações imediatas e precisas.

1.2 Questões de pesquisa

No contexto desta pesquisa, a questão que se coloca é de que forma podemos recomendar estratégias instrucionais que possibilitem a construção de artefatos instrucionais contextualizados aos estilos de aprendizagem do operador, os objetivos de aprendizagem, os domínios do conhecimento, o contexto da tarefa e as categorias de conteúdo e treinamento. Como resultado da instrução objetiva-se construir conhecimentos relacionados a determinados contextos da tarefa; desenvolver habilidades precisas relacionadas à execução das operações; desenvolver nos operadores a consciência crítica relacionada à importância das competências e habilidades, compreendendo como e quando utilizá-las.

A proposta para endereçar as questões acima é empregar um sistema de filtragem e recomendação de estratégias instrucionais para formalizar modelos de módulos de aprendizagem apropriados às competências e habilidades exigidas aos operadores. Esta pesquisa é justificada como uma forma de contribuir para o desenvolvimento de uma metodologia que objetiva a maior personalização dos programas de capacitação, principalmente aqueles executados em ambientes de *e-learning*, e por consequência, mais apropriados aos estilos de aprendizagem de cada operador.

A forma como cada operador aprende depende do seu estilo individual de aprendizagem e a criação de artefatos que favoreçam o atendimento destes estilos, tendem a ampliar a eficiência do processo de ensino e aprendizagem. Os estilos de aprendizagem são definidos

como os diferentes formatos relacionados aos processos pelos quais os operadores absorvem, retêm ou adquirem as habilidades e conhecimentos.

Resultados de pesquisas realizadas no âmbito da EaD por Dos Santos (2011), apontam para um cenário incontornável referente aos processos instrucionais tradicionais, aos meios de comunicação e interação entre participantes e aos métodos de avaliação dos conhecimentos e desempenho aplicados nas situações formais de ensino e de aprendizagem. Dos Santos (2011) afirma “*não é mais possível conceber experiências de aprendizagem (educação, treinamento, capacitação) sem empregar amplamente as novas tecnologias da informação e comunicação integradas aos recursos instrucionais multimídia, utilizadas de acordo com as premissas de estratégias instrucionais adequadas ao perfil do aprendiz e ao domínio do treinamento em ambientes de e-learning*”.

Neste sentido as seguintes questões de pesquisa foram alvo de averiguação durante este projeto de pesquisa.

- 1. Como combinar recursos e ferramentas instrucionais para projetar experiências de aprendizagem adequadas ao perfil do operador e aos objetivos do treinamento teórico e prático demandados por suas atividades?*
- 2. Qual o impacto de ambientes de e-learning, apoiados por simuladores e laboratórios virtuais, sobre as habilidades e o desempenho de operadores de sistemas elétricos?*
- 3. As arquiteturas de projeto instrucional podem contribuir na especificação de experiências e ambientes que promovam a integração de estratégias, recursos e ferramentas adequadas ao estilo de aprendizagem do operador?*
- 4. Como avaliar o impacto da aplicação da metodologia i-blended no projeto e desenvolvimento de módulos de aprendizagem, utilizados no treinamento teórico e prático de operadores de sistemas elétricos?*

1.3 Objetivos do Trabalho

A aplicação desta pesquisa tem como intenção indireta melhorar o desempenho no processo de treinamento teórico e prático de operadores de sistemas elétricos, através do emprego de ambientes de *e-learning*, simuladores e laboratórios virtuais. É intenção também motivar os projetistas instrucionais a usar as tecnologias da informação e comunicação em prol da ampliação da aprendizagem dos operadores.

De forma direta esta pesquisa tem como objetivos a construção da Ontologia de Módulos de Aprendizagem e com base nesta, o desenvolvimento da *Metodologia i-blended de filtragem de estratégias instrucionais e recomendação de modelos de módulos de aprendizagem*. A ontologia proposta (apresentada em detalhes no Capítulo 3) faz parte da *Ontologia do treinamento*, em desenvolvimento no LIHM.

A metodologia *i-blended* compreende a sistematização de etapas, processos e atividades executadas para orientar projetistas instrucionais na especificação de estratégias, recursos instrucionais e ferramentas computacionais adequados à formatação de um modelo de módulo de aprendizagem. A aplicação da metodologia deve facilitar aos projetistas instrucionais a tarefa de construir a *matriz de projeto instrucional* e consequentemente, possibilitar que as recomendações sejam as mais adequadas aos estilos do operador. Para tanto, os requisitos adotados para a concepção da metodologia *i-blended* foram:

- Organizar, conceituar e definir os relacionamentos dos domínios do conhecimento, do contexto da tarefa e das arquiteturas instrucionais para formalizar a ontologia de módulos de aprendizagem;
- Definir uma sequencia explícita de etapas, artefatos e resultados esperados envolvidos em cada etapa da metodologia;
- Definir uma estrutura de informações para a matriz de projeto instrucional que se torne favorável à especificação do percurso instrucional para módulos de aprendizagem;
- Conceber um sistema automatizado para registro, coleta e análise de projetos instrucionais desenvolvidos durante a aplicação da metodologia.

Em se tratando de um projeto de cunho técnico de engenharia, descrevem-se nesta pesquisa as diversas investigações que influenciaram e orientaram as propostas desta tese. Propõe-se uma metodologia, que pode ser usada como referência para a especificação de experiências de aprendizagem em ambientes de *e-learning*. Porém até chegar a proposta atual, estudaram-se sobre teorias pedagógicas, modelos de projeto instrucional, arquiteturas computacionais, ambientes de *e-learning*, simuladores e laboratórios virtuais. Foram realizados diferentes experimentos buscando validar este arcabouço e diversos modelos de módulos de aprendizagem foram propostos e utilizados.

1.3.1 *Objetivo geral*

Esta pesquisa de tese tem por objetivo geral a sistematização de uma metodologia de filtragem de estratégias instrucionais e recomendação de modelos de módulos de aprendizagem destinados ao treinamento teórico e prático de operadores de sistemas elétricos. Pretende-se ampliar a oferta de abordagens instrucionais em situações de treinamento com suporte de tecnologias em ambientes de *e-learning*. Como resultado da aplicação da metodologia tem-se a concepção da matriz de projeto instrucional, elemento fundamental para a definição das características da experiência de aprendizagem aplicada no treinamento.

1.3.2 *Objetivos específicos*

Os objetivos específicos consistem em:

- Identificar as estratégias instrucionais, na modalidade *e-learning*, mais adequadas ao treinamento de operadores em ambientes virtuais ou presenciais;
- Investigar quais abordagens oportunizadas pelos ambientes de *e-learning*, laboratórios e simuladores virtuais, induzem ao desenvolvimento de competências e habilidades a partir do treinamento teórico e prático;
- Validar a arquitetura computacional desenvolvida com a integração de um ambiente de *e-learning*, um simulador 3D, um laboratório virtual e repositórios distribuídos de projetos e recursos instrucionais;
- Caracterizar diferentes percursos instrucionais com a combinação de estratégias, recursos e ferramentas, na forma de especificações para modelos de módulos de aprendizagem, que contribuam para a ampliação do desempenho do operador na realização de tarefas críticas;
- Construir e validar no domínio do treinamento a ontologia de módulos de aprendizagem;
- Modelar e construir a versão atualizada do sistema SAPi (Sistema de apoio ao projeto instrucional) dotado de funcionalidades para as operações de filtragem de estratégias e recomendação de modelos de módulos de aprendizagem.

1.4 **Metodologia de desenvolvimento da pesquisa**

A pesquisa que conduziu o desenvolvimento desta tese é de natureza aplicada, aborda o problema de forma qualitativa, exploratória e descritiva, fundamentada em publicações científicas, livros, periódicos digitais e documentos de organizações internacionais para

criação de guias, normas e recomendações para a concepção de ambientes e recursos instrucionais para a modalidade de *e-learning*.

Os estudos bibliográficos que se destacaram foram sobre:

- Teorias pedagógicas para *e-learning*;
- Ambientes virtuais de aprendizagem;
- Metodologia de aprendizagem combinada;
- Padrões para objetos de aprendizagem;
- Estudo e definição de uma arquitetura computacional de suporte;
- Simuladores e laboratórios virtuais de aprendizagem;
- Modelos de projeto instrucional;
- Projeto e desenvolvimento de aplicativos *web*;
- Estudo de taxonomias e ontologias;
- Técnicas de filtragem por conteúdo e conhecimento;
- Técnicas de recomendação de objetos de aprendizagem.

Os testes experimentais realizados em ambientes controlados foram:

- Validação do ambiente virtual de aprendizagem;
- Integração entre ambiente e simulador virtual;
- Integração entre ambiente e laboratório virtual;
- Especificação dos modelos de módulos de aprendizagem;
- Validação da arquitetura computacional proposta;
- Validação da metodologia *i-blended*;

A temática abordada nesta pesquisa consiste em investigar instrumentos e estratégias que permitam a mediação direta entre especialistas, instrutores, projetistas e desenvolvedores envolvidos nas atividades de concepção de experiências de aprendizagem executadas em ambientes de *e-learning*. Estes elementos são necessários à execução do projeto instrucional e, na opinião de autores como Valcheva & Todorova (2005), Hoppe & Breitner (2006) e Rovai (2007), demandam investigações científicas que apresentem modelos de projetos instrucionais e diretrizes para a adoção de recursos instrucionais na modalidade *e-learning*.

Nesta modalidade a aprendizagem acontece à distância, demandando a integração de aspectos metodológicos e tecnológicos nos recursos instrucionais oferecidos aos operadores. Diante das muitas alternativas disponíveis, Kenski (2010) declara que o projeto instrucional deve proporcionar o melhor tratamento dos conteúdos, sua formatação, escolha das estratégias e recursos instrucionais de acordo com os objetivos de aprendizagem e resultados almejados.

Kenski (2010) também afirma que "*para cada situação de aprendizagem, cada projeto educacional é único e especial, devendo ser contextualizado, diversificado e definido de acordo com as condições específicas dos aprendizes, dos recursos envolvidos, do conteúdo, do tempo disponível e de outras especificidades de cada situação pedagógica*".

Assim, como se trata de educação a distância, voltada para adultos e em cenários dinâmicos, é indispensável que haja o emprego de diferentes estratégias instrucionais, que considerem as distintas formas de aprendizado, além de critérios fundamentais “quando, como, onde, para que, para quem...” utilizar determinados recursos e atividades na concepção de experiências de aprendizagem.

Evidencia-se a necessidade de projetar cuidadosa e sistematicamente toda a experiência instrucional usada em treinamento na modalidade de *e-learning*. Estas experiências exigem um planejamento pedagógico que suporte a definição de aspectos metodológicos, estratégias instrucionais e recursos tecnológicos modelados a partir das necessidades dos operadores, da tarefa e dos objetivos de aprendizagem.

Dado que as novas tecnologias oferecem diferentes recursos para a instrução, apoiando formas interativas de ensinar, as quais devem ser adequadamente integradas em um contexto de aprendizagem, é necessário construir um projeto instrucional que vise orientar, facilitar e reduzir o tempo de desenvolvimento de todos os elementos utilizados neste contexto.

Diante do exposto, a relevância desta pesquisa está particularmente na concepção da *matriz de projeto instrucional*, usada para formalizar a capacitação de operadores, visto que propõe a investigação dos fatores positivos e negativos relacionados à qualificação teórica e prática em ambientes de *e-learning*. Ainda, pretende-se aperfeiçoar o modelo de capacitação, incluindo uma metodologia para a especificação do formato do treinamento e propondo uma arquitetura computacional distribuída e heterogênea para suporte ao treinamento prático.

1.5 Estrutura do documento de tese

Este documento de tese está organizado em 7 Capítulos, incluindo este.

O **Capítulo 2** apresenta as diretrizes e o referencial teórico dos principais tópicos abordados nesta tese. O capítulo inicia com a apresentação do conceito e das categorias de treinamento de operadores de sistemas elétricos e em seguida complementa com as características do treinamento realizado em ambientes de *e-learning*. Na sequência, discutem-se as contribuições das teorias pedagógicas, da metodologia *blended learning*, dos objetivos de aprendizagem e dos objetos de aprendizagem para suporte a concepção do projeto instrucional. Apresenta-se em seguida um estudo a respeito de modelos de projeto instrucional para *e-learning* e o uso de simuladores e laboratórios virtuais no treinamento. Por fim o estado da arte de sistemas de filtragem e recomendação de itens é apresentado.

No **Capítulo 3** são apresentados o conceito e a classificação de ontologias. Na sequência, a ontologia de módulos de aprendizagem construída nesta pesquisa é apresentada e todos os domínios e contextos são contextualizados para o treinamento de operadores de subestação.

No **Capítulo 4** são apresentados 16 modelos de módulos de aprendizagem especificados de acordo com as arquiteturas de projeto instrucional para a modalidade *e-learning* apresentadas por Clark (2000). As arquiteturas são a receptiva, direcionada, descoberta guiada e exploratória. Para cada uma destas arquiteturas são propostos 2 modelos de módulos de aprendizagem teóricos e 2 modelos práticos.

O **Capítulo 5** apresenta a metodologia (*i-blended*) de filtragem de estratégias instrucionais e recomendação de modelos para módulos de aprendizagem. Inicialmente são discutidos os estilos de aprendizagem de Felder & Silverman (1988) e listadas as principais estratégias instrucionais preferidas por cada estilo. Na sequência, são apresentadas as características e os resultados obtidos nas etapas que compõem a aplicação da metodologia *i-blended*.

No **Capítulo 6** é apresentada a aplicação da metodologia *i-blended*. Neste contexto realizou-se o mapeamento de cenários de treinamento a partir da análise de roteiros de eventos simulados utilizados pela coordenação de treinamento da CHESF para orientar a criação de experiências de aprendizagem durante a capacitação de operadores de sistemas e instalações.

No **Capítulo 7** finaliza esta tese enunciando as suas conclusões, delineando suas principais contribuições e providenciando uma série de tópicos de pesquisa a serem explorados em trabalhos futuros.

Por fim são apresentadas as **referências bibliográficas** e o **Apêndice A**, que apresenta as principais estratégias instrucionais indicadas por pesquisadores e especialistas em EaD para o treinamento em ambientes de *e-learning* e o **Apêndice B**, que apresenta o protótipo do Sistema SAPI de apoio ao desenvolvimento de projeto instrucional de módulos de aprendizagem.

CAPÍTULO 2: REFERENCIAL TEÓRICO

Neste capítulo abordam-se os principais referenciais teóricos investigados durante a realização desta pesquisa de tese, destacando autores e seus conceitos, além de revisão bibliográfica geral e aplicada ao objeto de estudo.

Os estudos mencionados neste capítulo somam-se a outras investigações realizadas no decorrer da execução desta pesquisa e apresentados parcialmente em Focking, et al (2012a, 2012b) e em Focking, et al (2015). O Quadro 2.1 identifica os tópicos que foram alvo de pesquisa e o Quadro 2.2 representa os principais autores de trabalhos relacionados e que serviram de inspiração na concepção da metodologia *i-blended*.

Os resultados destes estudos são encontrados nos conceitos da ontologia de módulos de aprendizagem, nos modelos para os módulos de aprendizagem e ainda, na especificação da metodologia *i-blended* de filtragem e recomendação de módulos de aprendizagem.

Quadro 2.1: Temas de pesquisa

2. Teorias Pedagógicas	3. Modelos de Projeto Instrucional	4. Ambientes Virtuais	1. Treinamento de Operadores		12. Modelos para Módulos de Aprendizagem
			5. Simuladores e Laboratórios Virtuais	8. Ontologia de Módulos de Aprendizagem	
			6. Objetos de Aprendizagem	9. Objetivos de Aprendizagem	
			7. Arquiteturas de Aprendizagem	10. Estilos de Aprendizagem	
				11. Sistemas de Recomendação	

Representam-se no Quadro 2.2, as principais publicações e seus respectivos autores investigados durante a revisão bibliográfica realizada nesta pesquisa.

Quadro 2.2: Principais publicações e seus respectivos autores

1	Leite et al. (2007), Pereira (2007), ONS-RO-MP.BR.04 (2008), Belmonte & Grossi (2010), Dos Santos (2011), CHESF NO-OC.01.14 (2011), Norma ISO 10015, Netto, et al. (2012).
2	Ausubel (1986), Bruner (1986), Jonassen (2003), Holmes & Gardner (2006), Siemens (2008), e Siemens & Downes (2008), Anderson & Dron (2011).
3	Dabbagh & Bannan-Ritland (2005), Moore & Kearsley (2005), Passerino & Bernardi (2007) Filatro (2008), Conole (2010), Kenski (2010), Culatta (2011).
4	Neto (2009), Focking, et al. (2012), Torres Filho, Vieira & Soares (2013).
5	Feisel & Rosa (2005), Lima, et al. (2006), Davoli & Zappatore (2006), Hercog et al. (2007), , Hassan et al. (2007); Gomes & Bogosyan (2009), Hanson, et al. (2009) e Focking et al.(2012), Torres Filho, Vieira & Soares (2013).
6	(IEEE, 2002), Wiley (2002), Cisco Systems (2003), Srimathi & Srivatsa (2009).
7	Clark (2000), Clark e Mayer (2008).
8	Berliner, et al. (1964), Harrow's (1972), Simpson (1972), Anderson & Krathwhol (2001), Noy & McGuinness (2001), Morais & Ambrósio (2007), Vesin et al. (2011).
9	Clark (2006), I-Tech (2008), Kruse (2010).
10	Felder e Silverman (1988), Coffield et al. (2009).
11	Sunil & Saini (2013), Barbosa (2014).
12	Bersin (2004), Gynther (2005), Graham (2006), Horn & Staker (2011) e Vander Ark (2012).

2.1 Reflexões sobre o treinamento e a certificação de operadores

Os pressupostos teóricos nos quais se fundamenta a pesquisa aqui desenvolvida são definidos nas subseções a seguir, objetivando delimitar um quadro das contribuições da literatura e o objeto de estudo da pesquisa. A eficácia de um programa de qualificação ou de um recurso instrucional depende de planejamento e concepção adequados, o que é chamado no jargão profissional de projeto instrucional. O propósito de projetar experiências de aprendizagem é esquematizar e criar situações que melhorem as oportunidades instrucionais e ampliem o desempenho do operador. Isto significa que estas oportunidades devem ser planejadas de forma sistemática para serem eficazes.

A seleção de estratégias, recursos instrucionais e ferramentas computacionais, foco principal deste estudo, são de suma relevância diante da vasta quantidade de abordagens possíveis de serem experimentadas com as diferentes combinações destes artefatos.

A facilidade de compartilhamento do conhecimento, o excesso de recursos e ferramentas instrucionais disponíveis, combinadas às diferentes necessidades de treinamento, tornam-se critérios relevantes no processo de especificação da matriz de projeto instrucional, considerando as necessidades da tarefa e ao mesmo tempo atender aos estilos de aprendizagem determinados no perfil do operador.

Nesse contexto esta pesquisa propõe a metodologia de recomendação de modelos para módulos de aprendizagem (*i-blended*) com base em cinco aspectos: estilos de aprendizagem, domínios do conhecimento, contexto da tarefa, categoria de conteúdo e categoria de treinamento. A metodologia *i-blended* compatibiliza teorias pedagógicas, arquiteturas e tecnologias instrucionais, ambientes de *e-learning*, recursos e ferramentas de suporte para especificar modelos para módulos de aprendizagem voltados ao treinamento teórico e prático de operadores de sistemas elétricos.

A eficácia de um programa de qualificação ou recurso instrucional depende de planejamento e concepção adequados. Nesta pesquisa considerou-se propor a metodologia *i-blended* que orienta a obtenção das informações sobre as necessidades de treinamento de operadores e requisitos de tarefas, e recomenda modelos com vistas a construção da matriz de projeto instrucional de módulos de aprendizagem.

O treinamento eficiente exige ambientes e métodos heterogêneos que imitem o ambiente real e forneçam acesso a cenários de treinamento contextualizados. O conteúdo do treinamento deve transmitir informações sobre regras e regulamentos, diretamente relacionados ao desempenho da função, das tarefas e operações a serem executadas visando o

desenvolvimento ou modificação de atitudes, construção de competências e o enriquecimento de habilidades (motoras, cognitivas ou interpessoais).

2.1.1 Treinamento de Operadores de Sistemas e Instalações Elétricas

As constantes evoluções e atualizações na operação dos sistemas elétricos requerem treinamento de alto nível das equipes de operadores de sistemas e instalações, que além da operação em condições normais, devem estar preparadas tanto para a recomposição após ocorrências, tais como desligamento de uma linha de transmissão, barras, geradores, quanto para recomposição com aberturas múltiplas, tais como atuações de esquemas especiais, desligamentos de diversas barras simultâneas e até uma perturbação geral (*blackout*).

O operador deve comprovar periodicamente atendimento a um conjunto de requisitos de competências técnicas e satisfação às condições de saúde física e mental estabelecidos. Os procedimentos para avaliação das condições de saúde física e mental não fazem parte do escopo desta pesquisa, portanto não são consideradas. Ao operador que comprovar o atendimento dos requisitos técnicos e de saúde estabelecidos, será concedido um certificado de habilitação profissional devidamente chancelado pela CHESF ou agente credenciado.

O treinamento na CHESF para operadores de sistemas e instalações tem como objetivo formar novos operadores, preparar para incorporação de novas instalações, propiciar a aquisição ou reciclagem de conhecimentos, habilidades ou atitudes necessárias ao desempenho da função e atender as mudanças de caráter técnico, processual ou funcional. Utilizam-se a norma NO-OC.01.04 (2011) – Norma de operação para treinamento e certificação técnica de operadores de sistema, usina e subestação para avaliar a eficácia do treinamento e propiciar um melhor desempenho dos operadores.

Na CHESF o treinamento tradicional de operadores de sistemas e instalações é executado com instruções teóricas e a prática é obtida operando o sistema real Leite et al. (2007). Basicamente, de acordo com a normativa CHESF NO-OC.01.14 (2011), as abordagens instrucionais restringem-se a auto-estudo no próprio turno de trabalho, instrução por especialista, discussões e simulações presenciais e virtuais.

Analisando o Quadro 2.3 (criado a partir das recomendações do ONS (Rotina RO-MP.BR.04, 2008) evidencia-se a predominância de estratégias instrucionais teóricas e atividades de avaliação em diversas categorias de treinamento. Percebe-se também que as simulações e atividades instrucionais práticas estão presentes em diversas categorias de treinamento. Observa-se ainda a reduzida utilização de atividades de interação, simulações presenciais e

treinamento no local de trabalho evidenciando o uso de abordagens tradicionais de treinamento.

Quadro 2.3: Matriz para cálculo do resultado da certificação

Cálculo do resultado da certificação				Estratégias instrucionais								
CATEGORIA DE TREINAMENTO	Escore mínimo (E ₁) em %	Número de questões	Número de acertos (N _A)	Resultado Final (R _F)	Estratégias instrucionais							Treinamento no local de trabalho
					Atividades teóricas	Atividades práticas	Atividades de interação	Atividades de avaliação teórica	Simulações (Simulop)	Simulações presenciais	Atividades em computador	
Comportamento e Comunicação	15	5			X		X	X	X		X	X
Contingências e Reenergização	75	15			X			X	X		X	
Equipamentos de Subestação	15	15			X	X		X				
Esquemas especiais e Procedimentos Operacionais	75	5			X	X		X	X		X	
Instruções de Operação	75	5			X	X		X		X	X	
Instruções Normativas	75	5			X			X				
Normas de Operação	75	5			X			X				
Operação Normal e Manobras	15	5			X			X	X		X	
Prática Operacional	75	15						X	X		X	
Prontidão de Emergência	75	15							X		X	
Proteção de Subestações	75	15			X	X		X				
Recomposição de Rede	75	15			X	X		X	X		X	
Segurança no Trabalho	10	3			X			X				
Sistemas de Informática	10	3			X	X		X	X			
Supervisão e Medição	15	5			X	X		X		X		

Legenda: (X) – Estratégias instrucionais aplicadas no treinamento tradicional

Estas categorias de treinamento são consideradas durante a criação da matriz de projeto instrucional. As estratégias e recursos disponibilizados no ambiente tradicional de treinamento são mapeados para o ambiente virtual, abrindo a possibilidade de compor novas abordagens instrucionais, acompanhadas de recursos multimídia e sistemas especialistas de treinamento como simuladores e os AVA's.

2.1.2 Contribuições das teorias pedagógicas ao projeto instrucional

Nesta seção resumem-se as características de quatro gerações de teorias pedagógicas examinadas nesta pesquisa. Cada uma das teorias foi desenvolvida em épocas diferentes, utilizaram, portanto, princípios pedagógicos distintos, tecnologias computacionais, recursos

instrucionais e formatos variados de atividades e avaliações na formatação da instrução. No trabalho de Anderson & Dron (2011) foram analisadas as teorias pedagógicas que se destacam na literatura como teorias que influenciam na criação de experiências instrucionais para ambientes de *e-learning*. Na Figura 2.1 resumem-se as principais características destas teorias: o comportamentalismo, o construtivismo, o cognitivismo e o conectivismo.

As teorias pedagógicas definem a estratégia instrucional e atuam na convergência entre as tecnologias, os conteúdos e o contexto em que ocorrerá a experiência de aprendizagem, com o objetivo de garantir a melhor qualidade na instrução.



Figura 2.1: Características e estratégias das teorias pedagógicas. Fonte: Jonassen (2003), Behar, Passerino & Bernardi (2007), Mergel & Siemens (2008), Conole (2010).

Na Figura 2.1, destacam-se as principais características e estratégias instrucionais recomendadas nos estudos investigados nesta pesquisa. Em resumo, os comportamentalistas acreditam que a aprendizagem resulta da mudança de atitudes, enquanto que os cognitivistas acreditam que a aprendizagem ocorre quando os aprendizes adicionam novos conceitos e ideias à sua estrutura cognitiva. Os construtivistas defendem que os aprendizes constroem o conhecimento por eles mesmos, individualmente e, os conectivistas aplicam a aprendizagem em rede, com o conhecimento distribuído em nós existentes nesta rede.

2.1.3 Taxonomia de objetos de aprendizagem

Nesta pesquisa foi construída uma taxonomia de objetos de aprendizagem, ilustrada na Figura 2.2, para descrever os conceitos básicos do domínio relativo ao contexto da operação de sistemas elétricos, suas relações e a lógica de representação estrutural destes objetos. Esta taxonomia é agregada à ontologia de módulos de aprendizagem apresentada no Capítulo 3.

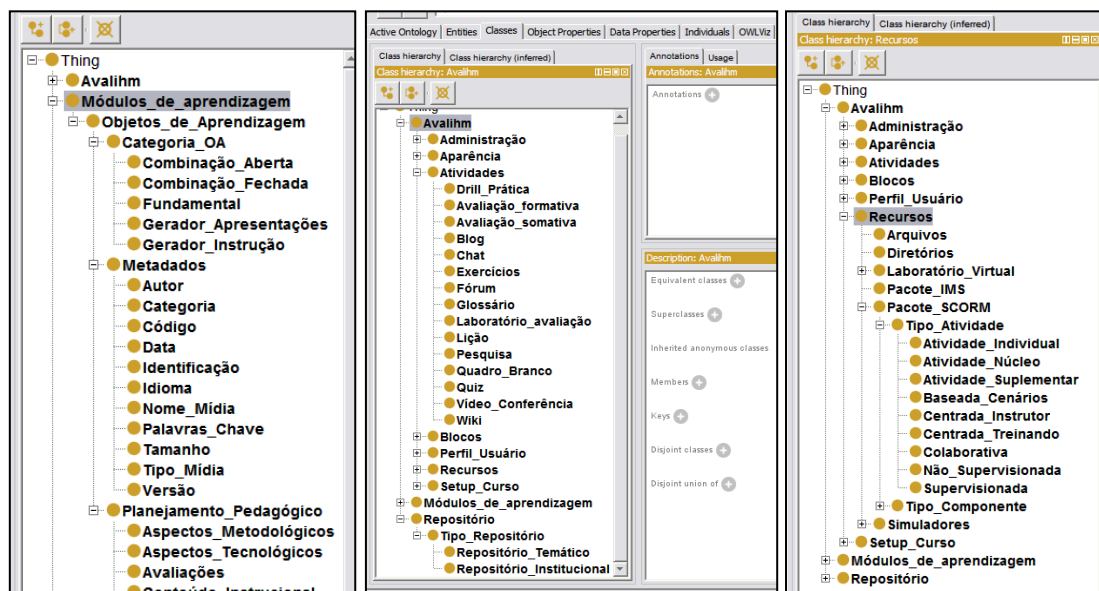


Figura 2.2: Taxonomia de objetos de aprendizagem

Um módulo de aprendizagem representa um conjunto de estratégias e recursos instrucionais apoiados por ferramentas computacionais definidas para facilitar a aquisição por parte do operador de uma competência em particular ou uma determinada habilidade.

Cada módulo é composto de objetos de aprendizagem em diferentes formatos e funções. Os objetos são agrupados em uma ou mais lições, que por sua vez possuem um ou mais tópicos. Estes tópicos são ajustados para o treinamento em cenários que imitam a operação de sistemas elétricos. Um tópico é formado por um ou mais objetos de aprendizagem.

Cada lição é uma unidade autônoma que possui competências e habilidades associadas. Dependendo da estrutura hierárquica do módulo e dos objetivos de aprendizagem, as competências e habilidades desenvolvidas são obtidas durante a execução de uma lição ou de várias lições, onde o resultado é orientado à melhoria do desempenho na tarefa.

2.1.4 Modelo conceitual de módulos de aprendizagem

Nesta pesquisa formatou-se a estrutura do módulo de aprendizagem considerando as orientações da Cisco Systems (2003a e 2003b), que propõem os seguintes níveis de agregação para módulos de aprendizagem: *curso* › *módulo* › *lição* › *tópico* › *objeto de*

aprendizagem › objeto de informação. O modelo conceitual definido para os módulos de aprendizagem é ilustrado na Figura 2.3.

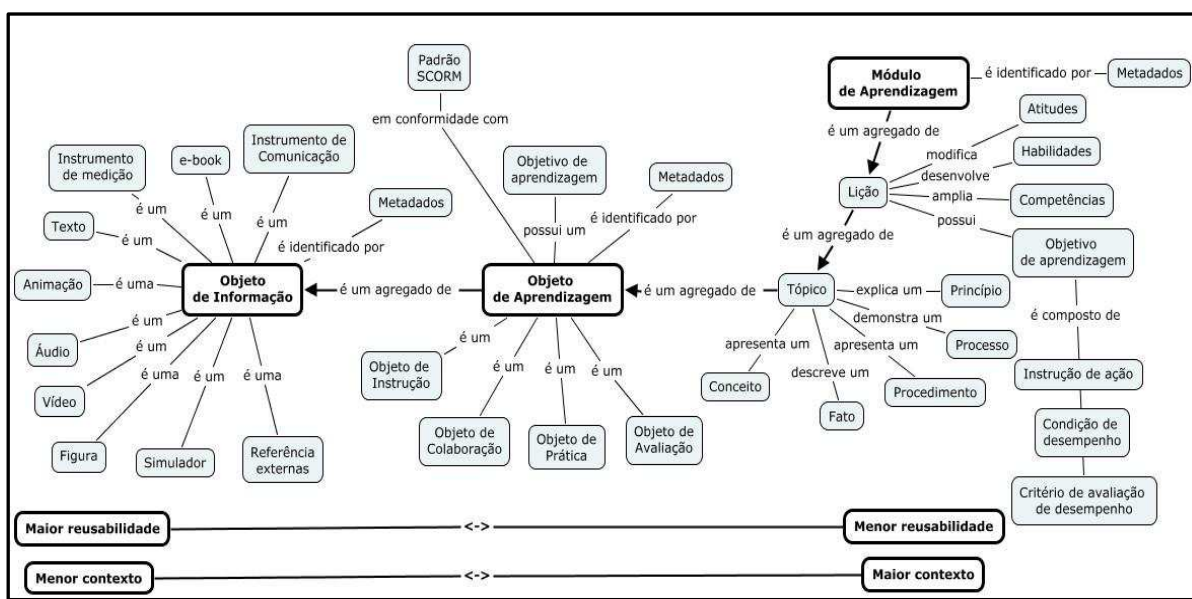


Figura 2.3: Modelo conceitual para módulos de aprendizagem

Um tópico pode ser reutilizado em múltiplos módulos e contextos de aprendizagem. Um objeto de aprendizagem representa um objetivo de aprendizagem simples, uma visão geral, um resumo ou uma coleção de tópicos, assim como atividades práticas, avaliações e metadados. Os tópicos são agrupados em cinco categorias definidas por Clark (2000) que incluem: conceitos, fatos, procedimentos, processos e princípios.

Modelos tradicionais de treinamento na indústria estruturam os programas de capacitação de operadores em módulos específicos (representados no Quadro 2.3), compostos por tópicos relacionados e estratégias de treinamento tradicionais com auxílio de simuladores virtuais, recursos instrucionais impressos, simulações em ambiente real, testes automatizados, reuniões presenciais antes e após o treinamento.

Os módulos de aprendizagem representam recursos instrucionais digitais ou não, formados por recomendações de atividades teóricas, práticas, de avaliação e discussão, organizadas e disponibilizadas em um ambiente de *e-learning* e apoiadas por uma gama de recursos instrucionais multimídia, instrumentos de comunicação e interação síncronos e assíncronos, laboratórios virtuais, simuladores e repositórios de objetos distribuídos.

2.1.5 Ontologia de módulos de aprendizagem

A ontologia de módulos de aprendizagem foi construída a partir da composição de sete taxonomias: o domínio cognitivo de Bloom (1956), os domínios perceptivo e da

comunicação de Berliner (1964) e o domínio psicomotor de Harrow (1972). Além destes domínios do conhecimento, utilizaram-se outras três taxonomias desenvolvidas em estudos anteriores realizados no LIHM/UFCG, dentro do contexto da tarefa: o tipo de tarefa, o ambiente de execução e a situação da tarefa.

A ontologia de módulos de aprendizagem tem o propósito de auxiliar instrutores e projetistas instrucionais na elaboração de objetivos de aprendizagem que expressem as necessidades instrucionais de operadores de sistemas elétricos e as exigências de desempenho no trabalho, em três domínios sobrepostos, (i) domínio do conhecimento, (ii) contexto da tarefa e, (iii) contexto do treinamento. Esta ontologia é apresentada em detalhes no Capítulo 3.

2.1.6 Projeto instrucional de módulos de aprendizagem

Vários autores conceituam projeto instrucional. Filatro (2008) define como “*a ação intencional e sistemática de ensino, que envolve o planejamento, o desenvolvimento e a utilização de métodos, técnicas, atividades, materiais, eventos e produtos educacionais em situações didáticas específicas, a fim de facilitar a aprendizagem humana a partir dos princípios de aprendizagem e instrução conhecidos*”.

O projeto instrucional tem sido apontado como elemento relevante na construção de aplicações para *e-learning* e pode ser considerado um ciclo de atividades planejadas para a construção de estruturas de treinamento, controle e avaliação. Segundo Conole (2010), projeto instrucional refere-se à ligação entre a teoria de aprendizagem, a prática educacional e as tecnologias empregadas, onde as teorias representam a base pedagógica, o projeto instrucional o método e as tecnologias funcionam como suporte à experiência de aprendizagem.

Atualmente a atenção da pesquisa e desenvolvimento na área de *e-learning* está dirigida para a inclusão de modernas ferramentas tecnológicas, a exploração de padrões para ambientes de *e-learning*, redes de aprendizagem, sistemas tutoriais inteligentes e simuladores de alta definição. Projetistas instrucionais frequentemente utilizam a tecnologia e os recursos multimídia como ferramentas para melhorar a qualidade da instrução, afirma Culatta (2011). Contudo, de acordo com estudos realizados nesta pesquisa, em nível industrial, poucos esforços estão sendo demandados em relação ao desenvolvimento de programas de capacitação na modalidade de *e-learning*.

Nesta pesquisa configura-se como um dos principais objetivos a concepção da *matriz de projeto instrucional* de módulos de aprendizagem e a ênfase está direcionada às etapas de

análise e projeto destes módulos, onde são executadas atividades de levantamento e análise dos requisitos do operador, da tarefa e do treinamento na especificação do projeto instrucional destes módulos de treinamento.

Realizou-se um amplo estudo comparativo das características de modelos de projeto instrucional aplicados no desenvolvimento de projetos instrucionais para *e-learning*. Neste estudo foram avaliadas as etapas, atividades exercidas em cada etapa, pontos positivos, resultados obtidos e restrições, bem como a aplicabilidade no contexto do treinamento teórico e prático de operadores em ambientes de *e-learning*.

A partir das considerações ressaltadas neste estudo percebeu-se que a complexidade da oferta de treinamento teórico e prático em ambientes de *e-learning* não admite a replicação de projetos pedagógicos criados para a modalidade presencial. A modalidade de ensino *e-learning* considera que tanto os ambientes e sistemas virtuais quanto os recursos e ferramentas de suporte sejam selecionados e combinados de acordo com as características e necessidades do operador e da tarefa.

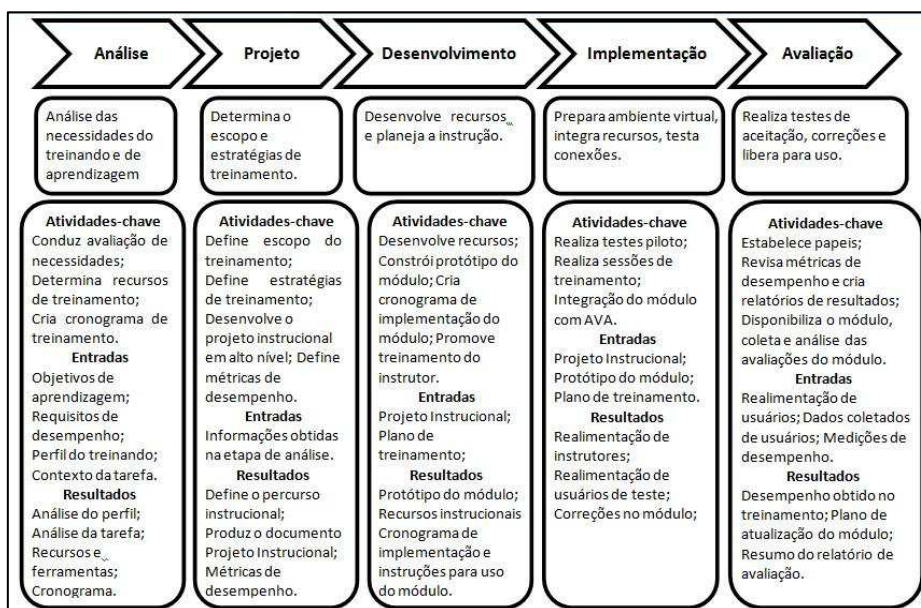


Figura 2.4: Etapas e atividades padrão aos modelos de projeto instrucional

O projeto instrucional para a modalidade *e-learning* considera uma mediação pedagógica diferenciada, com uso do ferramental tecnológico e voltada para necessidades específicas de cada operador. Os módulos de aprendizagem devem respeitar alguns critérios elencados por Schneider (2006), tais qual:

- Permitir o uso e adaptação de diferentes teorias pedagógicas em modelos de aprendizagem e instrução;
- Definir condições de agregação de objetos de aprendizagem em lições e tópicos;

- Definir papéis na instrução;
- Promover e compartilhar a experiência de aprendizagem;
- Proporcionar procedimentos de avaliação e definição de critérios formais de desempenho exigidos no contexto do treinamento.

Os módulos de aprendizagem devem representar experiências instrucionais autônomas que possam ser controladas pelos operadores e adaptadas às suas preferências, experiência profissional, estilos e objetivos de aprendizagem, além de outras características relacionadas à tarefa que será treinada. Os ambientes virtuais suportam o monitoramento das atividades instrucionais, fornecendo ferramentas de interação e de avaliação automatizadas que mapeiam os resultados de desempenho e emitem um parecer relacionado a aquisição de conhecimento ou habilidade.

2.2 Ambientes virtuais de treinamento

No universo didático-pedagógico que considera projetistas instrucionais, instrutores, operadores, programas de capacitação e técnicas de treinamento, diversas opções e alternativas de atividades e recursos instrucionais, além de avaliações em diversos formatos, são apresentados e disponibilizados, via *Internet*, em ambientes virtuais de aprendizagem.

O número de combinações é amplo, o que exige experiência dos projetistas instrucionais para construir módulos de aprendizagem capazes de efetivamente estender e compartilhar o conhecimento teórico e aliando a este, a ampliação do desempenho prático dos operadores.

Os ambientes virtuais de aprendizagem apresentam a sistemática de oferecer a instrução em formatos padronizados, apoiada nos mesmos recursos instrucionais para todos os operadores. Na realidade, cada operador possui estilos de aprendizagem distintos assim como são as necessidades individuais de treinamento. Neste contexto, esta pesquisa investiga como os ambientes virtuais e os processos de aprendizagem podem ser personalizados através da seleção de estratégias, recursos e ferramentas computacionais e da oferta de módulos de aprendizagem adequados aos requisitos de treinamento.

2.2.1 Simuladores virtuais para treinamento de operadores

Investigou-se nesta pesquisa, o uso de simuladores para suporte ao treinamento prático de operadores em ambientes de *e-learning*. Utilizou-se o simulador 3D SimuLIHM, desenvolvido pelo Laboratório de Interfaces Homem-Máquina – LIHM/DEE/UFCG Torres Filho, et al.(2011), para a realização de experimentos práticos em laboratório. Trata-se de um

simulador em realidade virtual que permite avaliar o comportamento do operador diante de situações críticas ou de emergência.

O SimuLIHM é descrito no trabalho de Torres Filho, Vieira & Soares (2013), como um simulador para treinamento de operadores de sistemas elétricos, cuja representação do ambiente de trabalho é em 3 dimensões. Seu propósito inicial é apoiar o treinamento de operadores de subestações elétricas na execução de manobras no sistema e na identificação de falhas/faltas nesse ambiente.

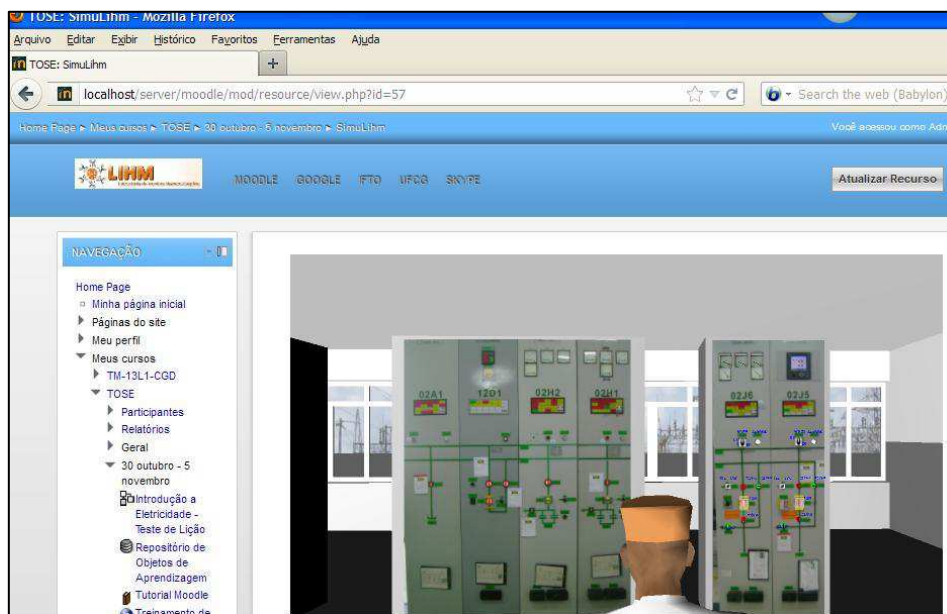


Figura 2.5: Simulador SimuLIHM executando no AVA

As características deste simulador e a descrição dos experimentos realizados no LIHM para sua validação são apresentados em Torres Filho, Vieira & Soares (2013). A Figura 2.5 ilustra a interface do ambiente virtual *moodle* onde através de conexões de rede do tipo VPN (Rede virtual provada) o SimuLIHM é executado remotamente.

O uso de simuladores no treinamento de operadores apresenta características positivas quando permite que todos os operadores da planta possam ser treinados em conjunto em uma mesma operação ou de acordo com as suas responsabilidades. Estas possibilidades melhoram o entendimento do processo como um todo, provocando economia de tempo durante a inicialização e mudanças no regime de produção, aprimorando as intervenções dos operadores. Com o aumento da disponibilidade da planta e a interação segura com o sistema de controle, o sistema elétrico tende a atuar com maior qualidade.

Dentre as características que fazem das simulações componentes importantes na capacitação prática, Davoli & Zappatore (2006) destacam que os operadores encontram comodidade no

manuseio da aplicação, a ausência de riscos físicos e materiais, a eliminação da possibilidade de dano aos equipamentos e instrumentos. Já Hercog et al. (2007), elencam a redução de custos dos componentes simulados e a criação de ambientes com controle total de variáveis, inclusive de defeitos e imperfeições programáveis.

Os simuladores auxiliam instrutores e projetistas instrucionais na implementação de atividades dirigidas aos operadores, providenciando uma plataforma única onde grupos de operadores podem interagir e compartilhar conhecimentos de maneira padronizada para todos. Além disso, estes sistemas permitem a autoinstrução, uma vez que o operador pode realizar as simulações onde e quando quiser, interagindo com cenários armazenados em repositórios.

2.2.2 *Laboratórios virtuais e instrumentos remotos*

Na última década há uma tendência no sentido de integrar simuladores e laboratórios virtuais aos ambientes de *e-learning*. Vários estudos apresentam os resultados obtidos desta associação, onde são combinadas atividades de aprendizagem teórica realizadas com suporte do ambiente de *e-learning* e atividades instrucionais práticas realizadas remotamente em laboratórios virtuais. Neste contexto destacam-se os trabalhos de Bellmunt et al. (2006), Bauer et al. (2008), Cmok, Mutapcic & Bilic (2009), Aydogmus & Aydogmus (2009), Maiti (2010) e Lowe (2012).

Laboratórios virtuais utilizados no ensino da engenharia são atualmente tecnologias bem estabelecidas, utilizadas em muitas universidades e institutos de pesquisa. Uma variedade de soluções técnicas para construir laboratórios virtuais e diferentes abordagens instrucionais já foram desenvolvidas e testadas.

Algumas destas soluções podem ser encontradas em estudos publicados por Hassan et al. (2007); Gomes & Bogosyan (2009), Hanson, et al. (2009) e Focking et al.(2012). Alguns laboratórios virtuais são utilizados no ensino regular para substituir completamente os exercícios em laboratórios reais ou para reduzir os custos de equipamentos específicos ou ainda para reutilizar exercícios de laboratório.

Encontram-se disponíveis na *Internet* inúmeros exemplos de laboratórios virtuais nacionais e internacionais, desenvolvidos por renomados centros de pesquisa, utilizados em diferentes níveis educacionais e em diferentes áreas do conhecimento. Esta diversidade comprova que os laboratórios virtuais estão sendo utilizados em apoio a experiências de aprendizagem

inovadoras, tornando-se ferramenta indispensável para a melhoria dos resultados de desempenho em situações de treinamento em ambientes de *e-learning*.

Nesta pesquisa foi construído um laboratório virtual de medição remota onde foram combinados diversos equipamentos de um laboratório de instrumentação e controle com atividades e recursos de aprendizagem disponibilizados no ambiente virtual. Esta experiência foi relatada na publicação de Focking, et al. (2012b).

2.3 Sistemas de recomendação de recursos instrucionais

Os sistemas de recomendação são considerados um subconjunto das técnicas e metodologias de filtragem da informação e que tem mostrado um grande potencial para servir os treinandos que utilizam um ambiente virtual, na busca, identificação e recuperação de recursos relevantes às suas preferências e necessidades de treinamento. Estas técnicas de recomendação encontram suas aplicações em uma gama de domínios, tais como filmes, música, notícias, marcas sociais, artigos de investigação, produtos, restaurantes, educação, serviços financeiros, etc.

Tem-se ampliado o uso de ambientes e plataformas dedicadas ao *e-learning* no treinamento especializado em universidades e centros de qualificação. Os ambientes de *e-learning* fornecem um conjunto de ferramentas e funcionalidades que podem nortear o projeto instrucional, ditando quais formatos de comunicação síncrona e assíncrona, modelos de avaliação, repositórios de conteúdo e atividades de colaboração serão implementadas.

Contudo, a tarefa de treinar a teoria combinada com a prática em ambientes de *e-learning* tem se mostrado um processo difícil e demorado para os projetistas instrucionais, principalmente quando encontra operadores que possuem perfis instrucionais distintos, com diferentes níveis de conhecimento, interesses e necessidades de treinamento.

Apresentam-se a seguir alguns sistemas de recomendação (SR) no contexto *web* e educacional, retratados na literatura e que influenciaram na especificação da metodologia *i-blended* construída nesta pesquisa:

- O sistema PHOAKS apresentado por Reategui & Cazella (2005) realiza filtragem colaborativa para recomendar recursos da *web*.
- Utilizando filtragem baseada em conteúdo o *Mobile Recommender System* apresentado por Ricci (2007) recomenda produtos para viagem.
- O sistema SRBD criado por Lopes (2006) usa filtragem baseada em conteúdo para recomendação de bibliotecas digitais.

- O sistema SisReCol implementado por Lichtow, et al. (2006) recomenda sites de documentos e autoridades em assuntos específicos utilizando filtragem colaborativa baseada em conteúdo.
- O sistema RecS-DL, de Pedronette (2008) recomenda materiais instrucionais disponibilizados em bibliotecas digitais.
- O sistema LORSys proposto em Ferreira & Raabe (2010) tem como objetivo sugerir objetos de aprendizagem no formato SCORM para a utilização na plataforma *moodle*, as sugestões são filtradas utilizando as técnicas de filtragem colaborativa e baseada em conteúdo. A plataforma *moodle* armazena informações sobre a utilização dos objetos de aprendizagem por parte dos treinandos, gerando informações necessárias para executar a filtragem colaborativa.
- O trabalho realizado por Ferro, et al (2011) utilizou uma abordagem híbrida para o método de recomendação de recursos didáticos compatíveis com o perfil de treinandos que utilizam um AVA. O modelo adotado combina a filtragem baseada em conteúdo, filtragem colaborativa e recomendação com base na avaliação do recursos realizada por outros treinandos.
- No trabalho de Sunil & Saini (2013), os autores usaram em ambientes de treinamento os métodos de filtragem para selecionar abordagens, recursos e módulos instrucionais de acordo com o estilo de aprendizagem dos treinandos.
- O trabalho de Barbosa (2014) obteve resultados que permitiram concluir que os sistemas de recomendação têm progredido significativamente nos últimos anos, com muitas técnicas sendo propostas no âmbito do *e-learning*.

Percebeu-se uma característica importante no treinamento em ambientes de *e-learning*: a necessidade de assistência personalizada e inteligente, e um relevante aspecto a ser observado é que operadores de sistemas elétricos podem apresentar perfis bastante diferenciados. Sendo assim, um determinado módulo de aprendizagem, projetado para um determinado estilo ou perfil do operador, pode não ser adequado a todos os operadores. Um desafio em pesquisa nesta tese é o desenvolvimento de uma metodologia de recomendação de módulos de aprendizagem adequados aos requisitos de treinamento do operador e aos cenários da tarefa.

Os métodos de recomendação para ambientes de *e-learning* auxiliam tanto os instrutores quanto os projetistas instrucionais a realizarem escolhas de cenários, roteiros instrucionais ou ainda objetos de aprendizagem com base em critérios específicos como experiência profissional, tipo de treinamento, perfil do operador, objetivos do treinamento, entre outros.

As principais técnicas utilizadas para construir a recomendação de itens, baseiam-se na filtragem por conteúdo, filtragem colaborativa e as técnicas híbridas, descritas a seguir:

2.3.1 Filtragem baseada em conteúdo

Esta categoria de filtragem, pesquisada por Lichtnow et al. (2006), tem sua raiz na área de recuperação e filtragem de informação, com foco na recomendação de itens que contém informações textuais, tais como documentos. Nesta pesquisa a metodologia *i-blended* utiliza algoritmos para verificar as recomendações de modelos a partir da descrição das necessidades de treinamento e dos requisitos da tarefa.

Dentre as principais vantagens da técnica de filtragem baseada em conteúdo, destaca-se a propriedade de recomendar modelos para módulos de aprendizagem mesmo que estes nunca tenham sido avaliados pelo instrutor ou operador, além de garantir que todos os modelos tem chance de serem recomendados já que dependem da análise do perfil do operador, do contexto da tarefa e do treinamento, e principalmente dos objetivos de aprendizagem.

2.3.2 Filtragem colaborativa

A filtragem colaborativa utilizada por Schafer, et al. (2007) é uma técnica bastante conhecida e utilizada. A técnica reúne as notas ou recomendações atribuídas pelos usuários aos itens, identifica as similaridades entre os usuários baseado em suas avaliações e gera recomendações com base em comparações entre os perfis destes usuários.

Segundo Lichtnow et al. (2006), definem-se quais usuários com perfil similar são os usuários que avaliaram os mesmos itens de forma similar. O sistema armazena as notas que o usuário atribui para cada item visitado e permite que um determinado grupo formado por interesses em comum possa visualizar a avaliação que este usuário deu para cada item. Segundo Schafer, et al. (2007), esta técnica de recomendação pode ser chamada de recomendação de “pessoa para pessoa”.

A filtragem colaborativa não analisa o conteúdo dos itens avaliados, evitando uma complexidade maior na sua implementação e facilitando a recomendação de itens onde a variação dos perfis do usuário influencia na diferença de suas preferências. Porém como desvantagem da técnica, para que as recomendações sejam relevantes é necessário que haja uma grande quantidade de usuários no sistema. Aqueles usuários que possuam interesses não muito comuns receberão recomendações pobres.

2.3.3 Filtragem baseada em conhecimento

Este método empregado por Burke (2002) realiza suas recomendações com base no conhecimento acerca das necessidades de um usuário em relação a um determinado assunto. As recomendações são efetuadas através do estabelecimento de medidas de utilidade, derivadas a partir do conhecimento que se possui das relações de um item com um determinado usuário. A recomendação baseada em conhecimento pressupõe a existência de estruturas que armazenam estas relações e permitem a consulta de modo a determinar a utilidade para o usuário inferindo novas recomendações.

Nesta direção a metodologia *i-blended* recomenda modelos para módulos de aprendizagem com base no conhecimento organizado em ontologias, considerando as preferências do operador, o contexto da tarefa e a categoria do treinamento. A metodologia propõe realizar inferências sobre os modelos mais indicados e instanciar módulos de aprendizagem destinados ao treinamento teórico e prático em ambientes de *e-learning*.

Na metodologia *i-blended* as recomendações são descritas a partir de regras criadas na linguagem SWRL, que permitem aos projetistas raciocinar sobre os indivíduos OWL (instâncias), e que podem inferir novos conhecimentos sobre estes indivíduos. As regras, em linguagem SWRL, executam a filtragem e a recomendação dos modelos para módulos de aprendizagem. As recomendações não buscam construir generalizações de longo prazo sobre os operadores e a instrução, alternativamente esta técnica fornece pareceres na avaliação das necessidades do operador e o conjunto de recursos instrucionais disponíveis. Este processo é descrito em maiores detalhes no Capítulo 5 deste documento.

2.3.4 Filtragem de estratégias e recomendação de objetos de aprendizagem

Todos os métodos e sistemas investigados nesta pesquisa que utilizam a filtragem colaborativa disponibilizam ao usuário um método simples para avaliar itens. Quando os itens alvos da recomendação possuem metadados que os descrevem, como é o caso dos módulos de aprendizagem instanciados neste estudo, é viável a utilização combinada das três técnicas de filtragem e através dos metadados é possível facilmente classificar e identificar a importância entre os interesses do treinando e as estratégias e recursos instrucionais usados no módulo de aprendizagem.

Os parâmetros utilizados pelos sistemas para gerar recomendações não se diferenciam muito entre eles. Em sua maioria utilizam a avaliação de um usuário a um item (filtragem colaborativa) ou a partir de informações oriundas de diferentes domínios (filtragem baseada

em conteúdo e conhecimento). Para a avaliação dos resultados obtidos, o uso de questionários pode evidenciar a confiança, pois através desta ferramenta é possível receber a opinião dos usuários sobre as recomendações que a metodologia produziu.

Na abordagem colaborativa as estratégias instrucionais são filtradas com base no que é relevante a determinados perfis de operadores que possuem objetivos de aprendizagem similares no treinamento das mesmas tarefas. Já nas abordagens baseadas em conteúdo e conhecimento, a filtragem é realizada por meio da correlação entre as estratégias instrucionais e informações de diferentes domínios. Primeiro os domínios do conhecimento e os estilos de aprendizagem relacionados ao operador. Em segundo, as categorias de conteúdo idealizadas para cada categoria de treinamento dentro do contexto da tarefa.

Para os objetivos desta pesquisa empregou-se a filtragem especificamente por conteúdo identificado nos metadados (palavras-chave) que identificam o módulo e, descrições de requisitos de treinamento (conhecimento ou habilidade), obtidos na modelagem do perfil do operador, na modelagem da tarefa, nas categorias de conteúdo e treinamento e nos objetivos de aprendizagem.

As técnicas de filtragem e recomendação se complementam, pois enquanto uma melhora com a quantidade de projetistas, instrutores e operadores que avaliam os módulos de aprendizagem (filtragem colaborativa), as outras se aperfeiçoam com a combinação de resultados (recomendação dos modelos) obtidos na aplicação da metodologia *i-blended* e na consequente construção da matriz de projeto instrucional (filtragem baseada em conteúdo e conhecimento). Do ponto de vista da construção de projetos instrucionais, consideraram-se as abordagens adequadas à seleção de estratégias e recomendação de modelos para módulos de aprendizagem, principalmente pela facilidade de adaptá-las aos propósitos do treinamento teórico e prático em ambientes de *e-learning*.

2.4 Considerações finais deste capítulo

As pesquisas realizadas nesta tese apontaram que a modalidade de EaD chamada *e-learning* tornou-se um conjunto de recursos instrucionais significativos e inovadores para o treinamento de operadores, servindo de apoio às atividades presenciais ou dirigindo a instrução no ambiente virtual. Sob a ótica do treinamento de operadores de sistemas elétricos, verificou-se que as estratégias, recursos e ferramentas instrucionais ofertados em ambientes de *e-learning* devem ser combinados de tal forma que contemplem a aquisição de novos conhecimentos teóricos ou o desenvolvimento de habilidades práticas específicas.

A questão principal ao justificar esta pesquisa era como colaborar com os projetistas instrucionais, instrutores, autores de conteúdo e desenvolvedores de recursos instrucionais para ambientes de *e-learning*, na especificação de módulos de aprendizagem com base em modelos propostos e nas necessidades e características apresentadas por operadores e tarefas, é possível adaptar versões de cada modelo de acordo com os objetivos de aprendizagem.

Assim, o principal objetivo desta pesquisa foi a proposição de uma metodologia para a filtragem e recomendação de estratégias, recursos instrucionais e ferramentas computacionais. Estes elementos são instanciados em módulos de aprendizagem, a partir da construção da matriz de projeto instrucional, onde são descritas em detalhes as abordagens pedagógicas, os recursos e ferramentas de suporte, além das propostas de avaliação do conhecimento e do desempenho.

Na perspectiva de criação de experiências de aprendizagem em ambientes de *e-learning*, com foco no operador e na tarefa, devem-se considerar tanto as carências de conhecimento quanto as deficiências de habilidades. Os resultados obtidos em experimentos em laboratório apontaram a necessidade de se considerar os aspectos relacionados aos estilos de aprendizagem, ao contexto da tarefa, categoria de conteúdo e treinamento para refletir em objetos de aprendizagem todas as necessidades de treinamento declaradas nos objetivos instrucionais.

A proposta de modelos para módulos de aprendizagem tem como objetivo facilitar aos projetistas instrucionais a seleção e criação da matriz de projeto instrucional de módulos de aprendizagem. Esta matriz identifica requisitos de treinamento e fornece recomendações para a construção de módulos específicos aos objetivos de aprendizagem.

Na convergência destas recomendações são estabelecidas abordagens pedagógicas e definidos recursos e ferramentas de suporte, que quando combinados, ampliam as alternativas para a formatação de experiências de aprendizagem independentes de domínio e de contexto. As opções de combinação de estratégias, recursos e ferramentas disponíveis em ambientes de *e-learning* para a criação de módulos de aprendizagem são muito extensas e enfatizam formalmente a abordagem didático/tecnológico, a hierarquização de atividades e a implementação da instrução.

Para se verificar sua eficácia, a metodologia *i-blended* foi empregada para a criação de módulos de aprendizagem para o treinamento teórico e prático de operadores de sistemas elétricos em ambientes de *e-learning*. O **Cenário de Treinamento em Proteção com Relés Digitais** (apresentado no Capítulo 6) tem como objetivo verificar o conhecimento do

operador no **processo de navegação e interpretação da informação** apresentada na IHM (interface homem-máquina) de relés digitais.

Os módulos de aprendizagem produzidos foram disponibilizados em laboratório aos operadores da subestação CGD da CHESF. Os resultados dos experimentos realizados são apresentados em Focking, et al. (2015) e no Capítulo 6 deste documento. Os módulos criados foram especificados e desenvolvidos considerando os aspectos relacionados às necessidades e características dos operadores somadas aos requisitos de treinamento da tarefa.

Finalmente, concluiu-se que tanto a metodologia *i-blended* quanto os modelos de módulos de aprendizagem possuem um potencial que atendem ao objetivo principal desta pesquisa e podem contribuir com projetistas instrucionais na criação de módulos e objetos de aprendizagem, cumprindo um objetivo de aprendizagem estabelecido e personalizado a um maior número de operadores.

No próximo capítulo é apresentada e discutida a ontologia de módulos de aprendizagem que reúne os principais conceitos, propriedades e atributos, restrições à propriedade de atributos e as instâncias geradas de cada elemento do domínio do treinamento teórico e prático de operadores de sistemas elétricos em ambientes de *e-learning*.

CAPÍTULO 3: ONTOLOGIA DE MÓDULOS DE APRENDIZAGEM

A ontologia de módulos de aprendizagem faz parte de uma ontologia maior denominada *Ontologia do treinamento*, que foi desenvolvida em outros trabalhos de pesquisa no âmbito do GIHM, cita-se Torres Filho, Vieira & Soares (2013), que tem como objetivo apoiar o planejamento e a elaboração de cenários de treinamento de operadores de sistemas elétricos em ambientes virtuais tridimensionais.

A ontologia de módulos de aprendizagem cria uma representação contextualizada (ao ambiente de treinamento de operadores) dos domínios originais das taxonomias de Bloom (1954), Apud Anderson & Krathwhol (2001), Simpson (1972), Berliner, et al. (1964) e Harrow's (1972). Estas taxonomias representam modelos de processamento da informação que traduzem através de verbos relacionados aos processos de cognição, percepção, ação e comunicação, condutas fundamentais à execução da tarefa e ao treinamento especializado.

A ontologia também define uma linguagem e um conjunto de termos que são utilizados para especificar determinadas características de cada modelo de módulo de aprendizagem. A especificação é construída a partir da definição da arquitetura de projeto instrucional que determina combinações de recomendações de estratégias, recursos instrucionais e ferramentas computacionais adequadas ao perfil do operador e aos objetivos do treinamento em ambientes de *e-learning*.

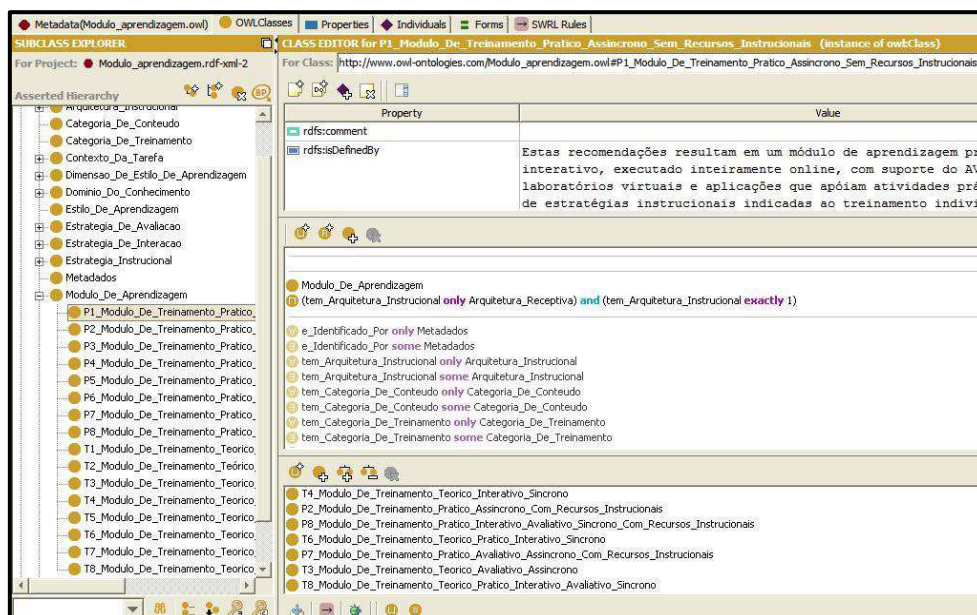


Figura 3.1: Conceitos e relações da ontologia de módulos de aprendizagem

A Figura 3.1, representa um *screenshot* que ilustra a ontologia de módulos de aprendizagem. No quadrante esquerdo, é possível observar parte da estrutura hierárquica da ontologia que

representa o contexto do treinamento explorado nesta pesquisa. No quadrante superior direito os elementos que formam a ontologia são conceituados e no quadrante inferior direito são descritas as relações e restrições entre estes elementos, além dos axiomas que especificam as definições de regras e interpretam os termos na ontologia.

3.1 Subontologia do perfil do operador

A ontologia de módulos de aprendizagem classifica o perfil do operador de acordo com o “Modelo de Graduação de Competências” apresentado por Trevisan (2001), que é adotado pela ONS (Operadora Nacional do Sistema Elétrico) para classificar níveis de especialização profissional de acordo com as competências que o operador é capaz de desenvolver. Estes níveis são:

- **Trainee:** o operador desenvolve tarefas de rotina de acordo com uma função;
- **Junior:** o operador exerce com “relativa autonomia” as tarefas em contextos variados;
- **Pleno:** o operador exerce tarefas complexas e não rotineiras de forma autônoma;
- **Sênior:** o operador é responsável por executar e comandar tarefas complexas;
- **Supervisor:** o operador é capaz de analisar e estabelecer um diagnóstico da tarefa exercendo funções de planejamento e avaliação de desempenho.

Este formalismo foi adotado neste estudo para classificar o perfil do operador de acordo com o seu tempo de serviço na operação, treinamentos realizados e certificações recebidas.

3.2 Domínio cognitivo da ontologia de módulos de aprendizagem

Em 2001, Anderson & Krathwohl (2001) publicaram uma revisão da taxonomia de Bloom na qual foi combinado o tipo de conhecimento a ser adquirido (dimensão do conhecimento) e o processo utilizado para a aquisição desse conhecimento (dimensão do processo cognitivo). Estas dimensões tornaram mais fáceis tanto a tarefa de definir com clareza os objetivos de aprendizagem quanto a tarefa de alinhar esses objetivos às atividades instrucionais, de avaliação e interação.

Considerando-se essa abordagem de modelo de conhecimento e a possibilidade de formalizá-lo por meio de ontologias, elaborou-se um mapeamento da utilização dos verbos dos domínios do conhecimento na especificação de objetivos de aprendizagem para o treinamento na operação de sistemas elétricos. Além deste, foram incorporados à ontologia os

domínios da fraseologia na comunicação entre operadores, das habilidades motoras e do processamento da informação.

Para cada subontologia do conhecimento foram especificadas as categorias e subcategorias de verbos visando adequar precisamente as ações que são realizadas pelos operadores durante a operação e contextualizar os verbos indicadores de objetivos de aprendizagem ao ambiente de treinamento no sistema elétrico. Estes verbos são listados no Quadro 3.1.

Quadro 3.1: Subontologia do domínio cognitivo

Subontologia	Categorias de Verbos	Subcategorias de Verbos	Perfil
Domínio Cognitivo	Conhecer	Reconhecer; Reproduzir;	Trainee e Junior
	Compreender	Interpretar; Exemplificar; Classificar;	Trainee e Junior
	Aplicar	Executar; Implementar; Manusear;	Junior e Pleno
	Analisar	Organizar; Atribuir; Estabelecer;	Pleno e Sênior
	Avaliar	Checar; Criticar; Experimentar;	Sênior e Supervisor
	Criar	Projetar; Planejar; Produzir;	Sênior e Supervisor

A utilização desta ontologia é importante pela precisão linguística na especificação de verbos representativos do comportamento dos operadores e por estabelecer uma granularidade na especificação das tarefas em nível suficientemente genérico para permitir a representação deste comportamento em qualquer domínio. A definição de objetivos de aprendizagem claros e precisos também facilita a filtragem e recomendação de estratégias e recursos instrucionais.

Nas concepções de (Bloom et al., 1956; Apud Anderson et al., 2001) o domínio cognitivo envolve a aquisição de conhecimento e o desenvolvimento de habilidades intelectuais. Isto inclui a obtenção, recuperação ou reconhecimento de fatos específicos e conceitos que servem para o desenvolvimento de habilidades e competências intelectuais.

O trabalho de Anderson & Krathwhol (2001) classificou em seis categorias as competências intelectuais. Estas são apresentadas numa hierarquia de complexidade e dependência, iniciando nas competências mais simples (conhecimento) em direção às mais complexas (criação). Cada nível utiliza as competências adquiridas nos níveis anteriores para apoiar as novas.

3.3 Domínio perceptivo da ontologia de módulos de aprendizagem

A taxonomia do domínio perceptivo descrita por Berliner et al. (1964), é composta de oito níveis. No contexto desta pesquisa selecionaram-se destes, cinco níveis: *identificar, detectar,*

monitorar, observar e inspecionar. Estes níveis identificam tarefas executadas na operação de sistemas elétricos, a partir de informações e sinais gerados por equipamentos, dispositivos ou sistemas de controle (Chesf, 2011).

Quadro 3.2: Subontologia do domínio perceptivo

Subontologia	Categorias de Verbos	Subcategorias de Verbos	Perfil
Domínio Perceptivo	Inspecionar	Verificar; Internalizar; Compartilhar;	Pleno, Sênior e Supervisor
	Observar	Cooperar; Discutir; Completar;	Pleno, Sênior e Supervisor
	Monitorar	Aceitar; Defender; Dedicar;	Junior, Pleno e Sênior
	Detectar	Apresentar; Sistematizar; Ordenar;	Junior, Pleno e Sênior
	Identificar	Reconhecer; Desenvolver; Observar;	Trainee e Junior

O operador *Trainee* reconhece a importância da informação, observa sua sintaxe e a utiliza. O operador no nível *Junior* amadurece tanto as competências adquiridas quanto a forma autônoma de executar as tarefas. O operador *Pleno* recebe novos conhecimentos e reage buscando sintetizar os conceitos e aplicar de forma organizada os comportamentos.

O operador *Sênior* seleciona as informações relevantes, organiza e internaliza na forma de um novo padrão comportamental para execução eficiente da tarefa. O operador *Supervisor* organiza os novos comportamentos ou atitudes de modo a manter o compromisso profissional para a prática eficiente da tarefa, além de permitir o compartilhamento destas atitudes com os demais operadores.

3.4 Domínio psicomotor da ontologia de módulos de aprendizagem

A taxonomia do domínio psicomotor de Anita Harrow's (1972) é organizada de acordo com o grau de coordenação, incluindo respostas involuntárias. O estudo de Seels & Glasgow (1990) concluiu que os reflexos mais simples representam os níveis mais baixos da taxonomia, enquanto que coordenações psicomotoras complexas fazem parte dos níveis mais altos.

Os movimentos psicomotores estabelecidos por este domínio desenvolvem um conjunto de habilidades relacionadas. O operador deve possuir e utilizar as habilidades de interação, ao mesmo tempo em que realiza diferentes tipos de movimento, alguns de forma involuntária, outros aprendidos por experiência ou treinamento.

Quadro 3.3: Subontologia do domínio psicomotor

Subontologia	Categorias de Verbos	Subcategorias de Verbos	Perfil
Domínio Psicomotor	Habilidades motoras	Locomotor; Não locomotor; Manipular;	Pleno, Sênior e Supervisor
	Movimento qualificado	Automatizado; Raro; Complexo;	Pleno, Sênior e Supervisor
	Movimento fundamental	Adquirido; Automático; Voluntário;	Trainee e Junior
	Movimento involuntário	Automatizado; Frequente; Simples;	Trainee e Junior

As habilidades psicomotoras ultrapassam as habilidades manuais e físicas e o desenvolvimento destas habilidades exige treinamento prático intensivo, com estratégias de avaliação que medem o desempenho a partir de critérios de tempo, precisão ou erros cometidos. O desenvolvimento destas habilidades é fundamental para o operador obter desempenho satisfatório em situações operacionais em diferentes contextos.

Entre os resultados de aprendizagem esperados podem-se incluir níveis de desempenho, habilidades motoras, habilidades com instrumentos, manipulação de ferramentas, sendo desta forma adequada aos propósitos desta pesquisa.

O processo de aplicação da dimensão psicomotora promove a aprendizagem bem sucedida em diferentes contextos que exigem habilidades “multi” motoras. O processo pode encerrar em estágios diferentes, mas geralmente acabam com precisão na formação inicial e na articulação entre movimentos, habilidades e atitudes. As atividades práticas devem ter um objetivo claro para a manutenção do domínio psicomotor ou para alcançar determinada habilidade. Para obter um bom desempenho é muitas vezes essencial a presença de competências adequadas de conhecimento e habilidades motoras precisas.

3.5 Domínio da comunicação da ontologia de módulos de aprendizagem

Nas dimensões do domínio da comunicação, os operadores em todos os níveis utilizam um vocabulário padrão e uma fraseologia normatizada, (Chesf, 2011) tanto para troca de informações entre operadores, quanto para a interação com sistemas automatizados.

As dimensões deste domínio definem comportamentos elementares apresentados no processo de comunicação durante a execução de tarefas em ambientes de sistemas elétricos. Para cada tarefa em especial, um conjunto de informações são trocadas entre os diferentes interlocutores e, a padronização de mensagens, de regras de conduta e códigos, torna a comunicação mais objetiva e precisa, facilitando a interpretação e o entendimento.

Quadro 3.4: Subontologia do domínio da comunicação

Subontologia	Categorias de Verbos	Subcategorias de Verbos	Perfil
Domínio da Comunicação	Requisitar	Solicitar; Chamar; Requerer;	Trainee e Júnior
	Informar	Comunicar; Advertir; Prevenir;	Trainee e Júnior
	Receber	Atender; Ouvir;	Trainee, Júnior e Pleno
	Responder	Descrever; Retribuir; Falar;	Trainee, Júnior e Pleno
	Registrar	Relatar; Relacionar; Registrar;	Pleno, Sênior e Supervisor
	Comandar	Manobrar; Conduzir; Controlar;	Pleno, Sênior e Supervisor

Pelas suas próprias características, no domínio da comunicação as competências são adquiridas a partir de treinamento e por tempo de serviço na operação de sistemas elétricos. Somente pela experiência profissional terá condições de conhecer completamente o vocabulário padrão e a fraseologia normatizada. Desta forma, o operador experiente na operação, tem melhores condições de conhecer e aplicar a fraseologia correta, facilitando a comunicação com formatos padronizados de mensagens.

3.6 Ontologia do contexto da tarefa

O contexto da tarefa representa um conjunto de informações que permitem identificar unicamente uma tarefa através de suas características e objetivos operacionais, precedência na operação, restrições e resultados. São definidas neste contexto três subontologias. A subontologia do *ambiente da tarefa* corresponde à descrição do local físico ou digital onde o sistema elétrico é controlado; é formada de três instâncias - *armários e painéis, planta da subestação e sistema supervisorio*.

A subontologia *situação da tarefa* define o status da tarefa em determinado instante. Este status pode variar em seis instâncias – *normal, anormal ou crítica, normalização, perturbação ou recomposição*.

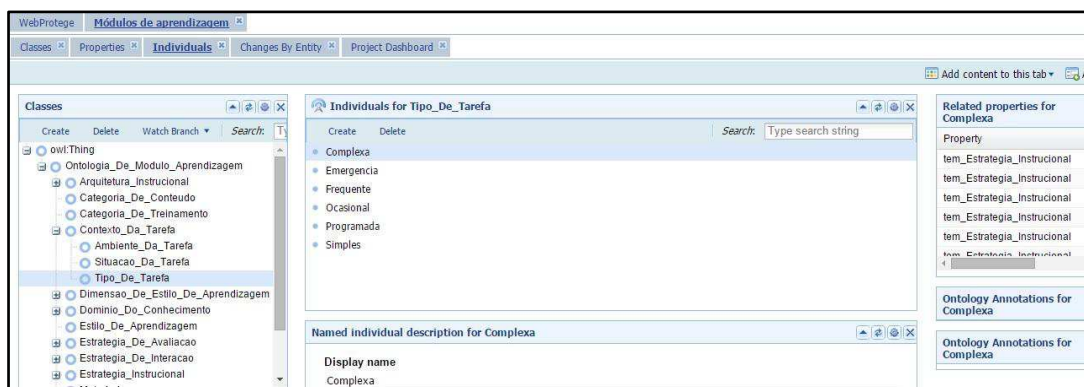


Figura 3.2: Ontologia no contexto da tarefa e suas instâncias

A subontologia *tipo de tarefa* ilustrada na Figura 3.2, classifica a operação em seis instâncias: quanto à complexidade de sua execução - *simples ou complexa* ou quanto à frequência de ocorrência - *frequente ou ocasional* e ainda, de acordo com a programação de sua execução - *programada ou de emergência*.

Para Oliveira et al. (2012), uma tarefa delinea uma atividade por meio da especialização de conceitos. As tarefas normalmente são subdivididas em uma série de passos visando solucionar o problema modelado. Para Martins (2009) a ontologia da tarefa provê um vocabulário de termos usados para resolver problemas associados a uma tarefa que pode ou não ser realizada em um mesmo domínio.

A análise e modelagem da tarefa, segundo Turnel (2004), além de representar a atividade do operador, também apoiam as atividades de (i) especificação de sistemas de informações, (ii) projeto da interface de software e (iii) elaboração de recursos de treinamento. A metodologia *i-blended* encaminha a modelagem da tarefa através de um *template* (Figura 5.3), que organiza a tarefa em hierarquias de tarefas principais e tarefas secundárias ou elementares e auxilia a especificar os objetivos do treinamento e de aprendizagem.

3.7 Ontologia de módulos de aprendizagem

A ontologia de módulos de aprendizagem colabora diretamente na especificação de um conjunto de recomendações com base nos conceitos de teorias pedagógicas e arquiteturas instrucionais, estilos de aprendizagem do operador, o domínio do conhecimento e as categorias da tarefa e do treinamento.

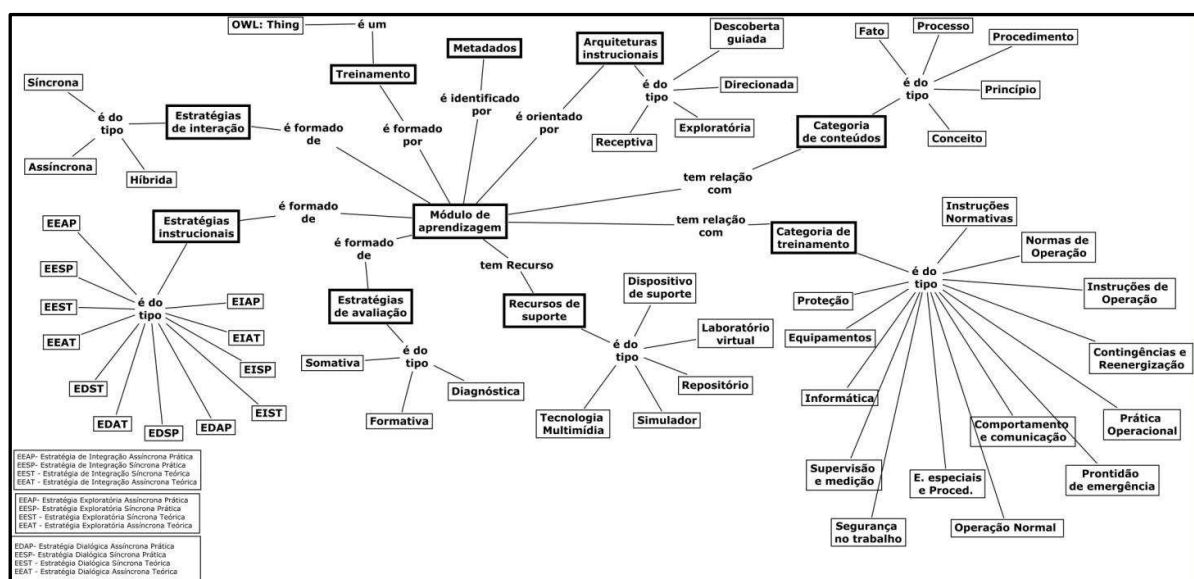


Figura 3.3: Mapa conceitual da ontologia de módulos de aprendizagem

No mapa conceitual representado pela Figura 3.3 é ilustrada a hierarquia da ontologia e subontologias definidas para instanciar módulos de aprendizagem. De acordo com esta semântica é possível afirmar que:

- “Um cenário de treinamento é formado de módulos de aprendizagem, que são orientados por arquiteturas instrucionais. A ontologia da tarefa determina a categoria de treinamento e o perfil do operador determina a categoria de conteúdos e objetivos de aprendizagem. Cada módulo de aprendizagem é formado por estratégias instrucionais, de interação e de avaliação que utilizam ou não recursos de suporte”.

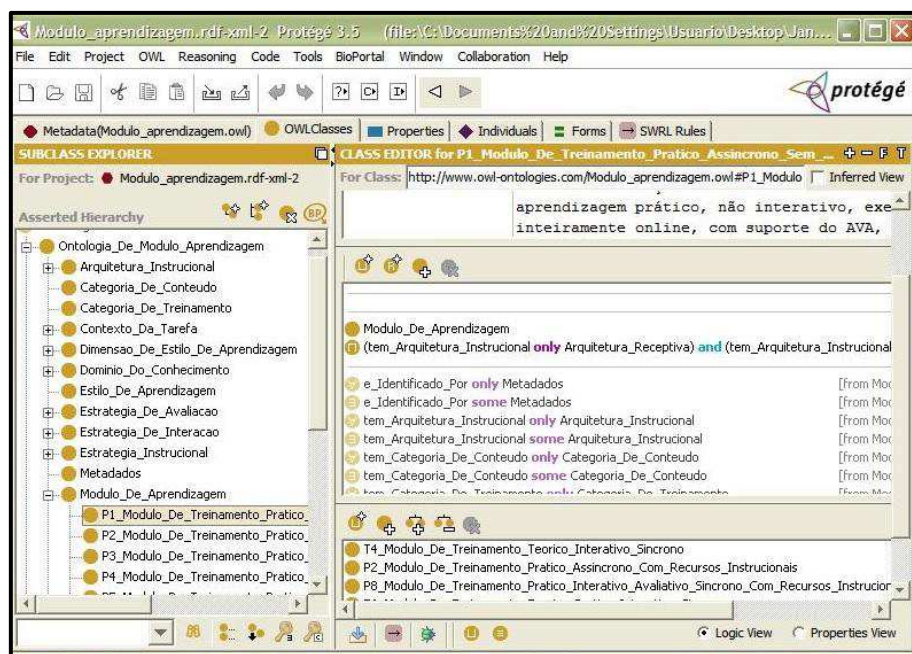


Figura 3.4: Ontologia de módulos de aprendizagem

Sob o ponto de vista das ontologias de domínio que descrevem conceitos e dependem tanto de um domínio particular quanto de uma tarefa, é possível elaborar esta mesma interpretação a partir da estrutura de conhecimento, sistematizada e representada em contextos específicos de treinamento.

A linguagem SWRL permite que os usuários escrevam regras para o raciocínio sobre os indivíduos OWL (instâncias) que podem inferir novos conhecimentos sobre estes indivíduos. Foram construídas regras, em linguagem SWRL, que executam a filtragem e recomendação do modelo de módulo de aprendizagem. Estas regras são executadas pelo motor de inferência *Pellet*, escrito em Java para OWL-DL.

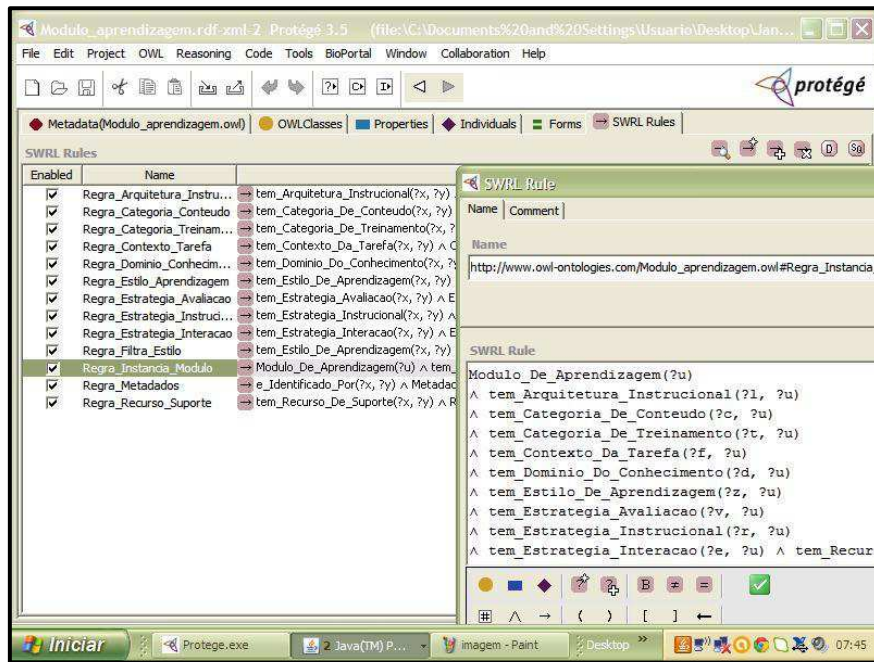


Figura 3.5: Regras na linguagem SWRL

A ontologia também define uma linguagem e um conjunto de termos que são utilizados para especificar determinadas características de cada modelo de módulo de aprendizagem. A especificação é construída a partir da definição da arquitetura de projeto instrucional que determina as recomendações de estratégias, recursos instrucionais e ferramentas computacionais. A Figura 3.6 ilustra a aba “Individuals” da ferramenta *Protégé* onde foram instanciados os módulos de aprendizagem a partir das instâncias das classes.

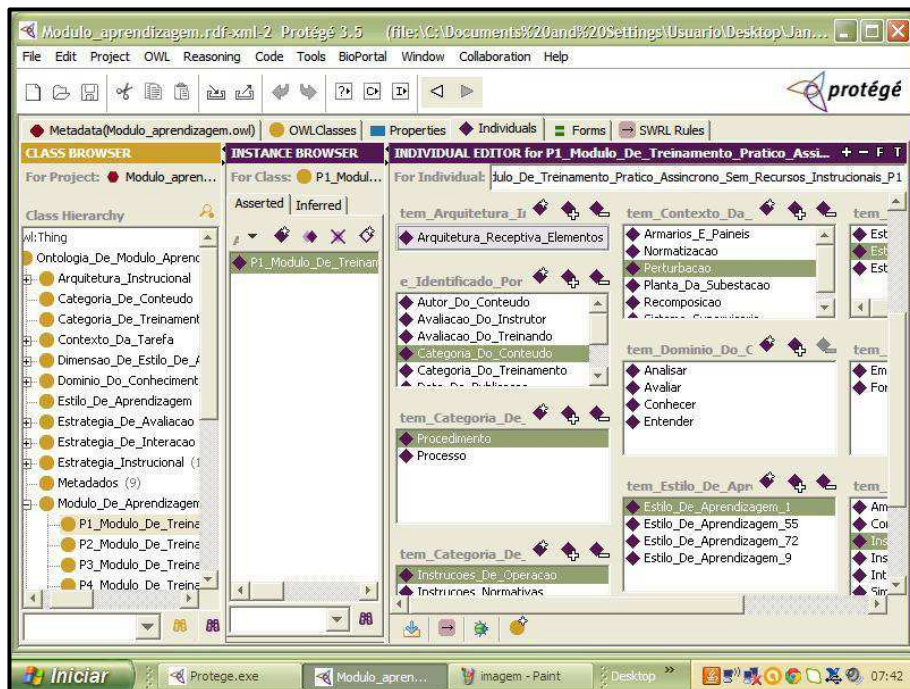


Figura 3.6: Instanciação de módulo de aprendizagem

Partindo do princípio que as ontologias baseiam-se em lógicas descritivas, mecanismos de raciocínio implícitos como classificações, relacionamentos e instâncias de classes e objetos, são necessárias regras adicionais para executar inferências complexas (consultas) que expressam relações que não podem ser representadas de forma direta pelo raciocínio ontológico.

No contexto do treinamento de operadores de sistemas elétricos em ambientes virtuais de aprendizagem, as ontologias podem ser associadas aos mecanismos de raciocínio e regras de inferência para recomendar modelos de módulos de aprendizagem, com vistas a alcançar objetivos de aprendizagem específicos, Vesin et al. (2011).

Nesta pesquisa utilizou-se como ferramenta de desenvolvimento da ontologia de módulos de aprendizagem, o editor de ontologias *Protégé* (2008), versão 3.5, associado ao *plugin* Protege-OWL. Este *plugin* possibilita construir ontologias na linguagem OWL (*Web Ontology Language*), um padrão recomendado pela W3C. Para suporte a linguagem SWRL utilizou-se o *plugin* SWRLTab. O método adotado para concepção desta ontologia foi o método 101 descrito por Noy & McGuinness (2001), que utiliza um enfoque interativo no desenvolvimento da ontologia, partindo de uma versão inicial e após sucessivas revisões e refinamentos é modelada a ontologia.

Pellet é um motor de inferência utilizado para raciocinar sobre ontologias descritas na linguagem OWL que fornece funcionalidades para validação, checagem de consistência, classificação, verifica implicações e responde a consultas estabelecidas através das propriedades objeto ou de tipos de dados.

3.8 Ontologias e o projeto instrucional de módulos de aprendizagem

As ontologias são ferramentas poderosas como modelo de referência em contextos onde instrução, aprendizagem, treinamento e capacitação se fazem presentes. Os modelos de conhecimento possíveis de serem instanciados a partir de ontologias podem ampliar as abordagens do treinamento teórico e prático em ambientes de *e-learning*.

Na perspectiva de Lacasta et al. (2006) e Brazhnik (2007), um modelo de conhecimento representa os conceitos e fenômenos de um domínio particular de interesse e pode ser formalizado computacionalmente através de ontologias, agrupando conceitos relevantes, definindo as relações entre conceitos e permitindo a exploração do conhecimento. Nesse contexto, ontologias têm sido propostas como alternativa para criação de representações da realidade.

As ontologias tornaram-se ferramentas de suporte valorizadas no planejamento de qualquer tipo de experiência de aprendizagem, pois ampliam as possibilidades de abordar os principais aspectos dos objetivos de aprendizagem, variando as estratégias, tornando as experiências de aprendizagem eficientes e motivadoras.

No contexto do treinamento no setor elétrico, onde historicamente os programas de capacitação baseiam-se em modelos tradicionais, tem sentido a necessidade de incorporar novos e sofisticados recursos instrucionais fornecidos pelas tecnologias digitais, aproximando a instrução das inovações no ambiente operacional, oferecendo recursos modernos e atraentes de treinamento.

Projetar experiências de aprendizagem eficientes que envolvem diferentes estilos de aprendizagem, executando tarefas complexas em um ambiente apoiado por recursos tecnológicos heterogêneos, é uma atividade difícil para qualquer profissional não habilitado em assuntos didático-pedagógicos. As diferentes possibilidades de combinação de estratégias e recursos exigem a aplicação de metodologias que suportem a definição destes elementos durante a construção de projetos instrucionais.

Esta é a realidade de muitos profissionais responsáveis pelo planejamento de programas de capacitação na indústria. Sem orientação de como construir um projeto instrucional apropriado que delimite o objetivo de aprendizagem e escolha as estratégias instrucionais adequadas, eles aplicam modelos de treinamento que não cooperam para o desenvolvimento de habilidades e competências e como consequência dificulta a obtenção de índices de desempenho satisfatórios.

3.9 Considerações finais deste capítulo

Este capítulo descreveu o desenvolvimento de uma ontologia integrada que combina estilos de aprendizagem com estratégias de aprendizagem, domínios do conhecimento com objetivos de aprendizagem, categoria da tarefa e do treinamento com recursos instrucionais e ferramentas computacionais para formalizar modelos para módulos de aprendizagem.

Com vistas à alcançar os objetivos de aprendizagem no treinamento teórico-prático de operadores em ambientes de *e-learning*, a metodologia *i-blended* é proposta visando facilitar o processo de levantamento dos requisitos de treinamento, a especificação do projeto instrucional e a consequente personalização da instrução, de ambientes, ferramentas e recursos instrucionais.

A metodologia *i-blended* pode ser utilizada na especificação da instrução presencial, onde o instrutor pode detectar os estilos de aprendizagem de maneira direta e escolher as estratégias e recursos adequados a cada grupo de operadores. Também pode ser utilizada para conceber a instrução em ambientes de *e-learning*, onde o instrutor de forma indireta determina os estilos de aprendizagem, e como proposto pela ontologia de módulos de aprendizagem, combina estratégias e recursos para a personalização de módulos instrucionais.

Vale ressaltar que a combinação de estratégias, recursos e ferramentas instrucionais, como proposto pela metodologia *i-blended*, não age de maneira excludente. As instâncias de módulos de aprendizagem podem combinar qualquer abordagem de ensino tradicional ou à distância. Como a metodologia é facilmente aplicável, o projetista instrucional não necessita ser especialista em pedagogia ou tecnologias da informação para modelar instâncias (módulos) de cada modelo proposto.

Considerou-se uma importante contribuição deste trabalho para a pesquisa em *e-learning*, as recomendações de estratégias, recursos instrucionais e ferramentas computacionais que correspondam a um determinado estilo de aprendizagem. A avaliação do estilo de aprendizagem do operador fornece uma forte visão sobre a capacidade deste operador de desenvolver as habilidades, modificar as atitudes e ampliar as competências necessárias à operação eficiente de sistemas elétricos.

Em situações de personalização dos modelos, quando o instrutor ou projetista instrucional não conhece os estilos de aprendizagem dos operadores ou desconhece as possibilidades de uso dos recursos e ferramentas instrucionais, podem ser desenvolvidas diferentes versões destes modelos e a ontologia proposta apresenta-se como uma ferramenta útil para obter o conhecimento a respeito da grande variedade de recursos e ferramentas disponíveis para uso em ambientes tradicionais combinados com ambientes virtuais de *e-learning*.

A utilização de instrumentos que facilitem o projeto instrucional é fundamental e nesse contexto a utilização de ontologias tem colaborado significativamente, pois é um instrumento de classificação da informação que pode ser utilizado para estruturar, organizar e planejar as experiências de aprendizagem.

As razões para o fracasso na instrução pode ser a reação às dificuldades que os operadores enfrentam na realização das tarefas propostas, pois não percebem ou não possuem uma compreensão adequada do objetivo pretendido, da importância do conteúdo abordado e das estratégias instrucionais utilizadas, além da concordância desses itens com os critérios de avaliação de competências e habilidades.

CAPÍTULO 4: MODELOS DE PROJETO INSTRUCIONAL PARA MÓDULOS DE APRENDIZAGEM

Para Coll & Monereo (2010) as tecnologias da informação e comunicação são agentes de mudança em praticamente todos os âmbitos das atividades humanas, desde as formas e práticas de organização social até o modo de compreender o mundo, de estabelecer essa compreensão e de transmiti-la para outras pessoas. Em se tratando de educação e treinamento as maiores inovações podem resultar na modificação completa de paradigmas na forma como as pessoas aprendem.

As chamadas “tecnologias instrucionais” têm causado grandes mudanças na maneira como as pessoas adquirem conhecimentos e habilidades a partir de treinamento realizado com o suporte destas tecnologias. A abundância de sistemas, recursos e ferramentas de apoio ao treinamento em ambientes de *e-learning*, gera a necessidade de formalizar modelos que orientem a construção de artefatos instrucionais que atendam às necessidades de treinamento dos operadores, das tarefas e dos objetivos de aprendizagem.

Um dos desafios para projetistas instrucionais é a seleção adequada de estratégias e recursos instrucionais para especificar módulos de aprendizagem adequados ao contexto e de qualidade. Entende-se que os avanços tecnológicos permitem a criação de novas concepções para o treinamento tanto de forma presencial quanto em ambientes de *e-learning*, e estas tecnologias tornaram-se fundamentais para ampliar as condições da instrução e oferecer ao operador circunstâncias para engajar-se de forma independente e autônoma ao treinamento.

Os modelos para módulos de aprendizagem propostos nesta pesquisa são classificados de acordo com as arquiteturas de projeto instrucional para *e-learning* descritas por Clark (2000) e são apresentados em detalhes adiante neste capítulo. A formatação desses modelos partiu da combinação dos seguintes critérios: estratégia de aprendizagem (exploratória, dialógica, integração), ambiente de treinamento (virtual ou presencial), objetivo de treinamento (teórico ou prático), tipo de interação (síncrona ou assíncrona), apoio ou não de recursos, utilização ou não de ferramentas computacionais e modelo de avaliação (conhecimento ou desempenho).

A combinação destes critérios permitiu instanciar 16 (dezesseis) modelos para módulos de aprendizagem, contextualizados ao treinamento teórico e prático de operadores de sistemas elétricos. Estes modelos são apresentados nas próximas seções.

4.1 Arquiteturas de projeto instrucional na modalidade *e-learning*

O projeto instrucional é um processo de concepção e desenvolvimento de experiências de aprendizagem aplicado em todas as modalidades de treinamento presenciais ou virtuais. Sartori & Roesler (2005) afirmam que na concepção do projeto instrucional são explicitados as estratégias e recursos instrucionais, o ambiente de *e-learning*, além dos objetivos e critérios de avaliação da aprendizagem e desempenho. Este projeto é construído visando assegurar e otimizar a aprendizagem de determinados conhecimentos e o desenvolvimento de habilidades em determinados contextos. O Quadro 4.1 apresenta as arquiteturas de projeto instrucional propostas por Clark (2000), seus objetivos e recomendações de estratégias e recursos.

Quadro 4.1: Arquiteturas de projeto instrucional. Fonte: Clark (2000)

Arquitetura	Objetivos	Estratégias e Recursos Recomendados
Aprendizagem receptiva	Esta arquitetura reflete uma metáfora de absorção da aprendizagem. O principal objetivo é a aquisição de informações, com pouca oportunidade para a interação ou realimentação. Instruções, construção de habilidades e treinamento voltados a operadores inexperientes.	Leitura e interpretação, palestras, demonstrações, videoaulas, atividades dirigidas de aprendizagem e avaliação.
Aprendizagem direcionada	Esta arquitetura reflete um modelo comportamental de aprendizagem. O principal objetivo é o fortalecimento da resposta, caracterizado por um elevado grau de apoio instrucional, realimentação e reforço, com limitado controle do operador. Enfatiza a aquisição de hierarquias de conhecimento e de habilidades pré-determinadas. Orientada a operadores novatos, desenvolve habilidades, treina procedimentos e processos.	Instrução programada, treinamento tradicional, leituras, desenvolvimento de habilidades motoras, treinamento orientado por especialista, treinamento orientado por sistemas <i>web</i> .
Aprendizagem pela descoberta guiada	Esta arquitetura reflete um modelo cognitivo de aprendizagem. O principal objetivo é a construção do conhecimento utilizando uma abordagem indutiva de resolução de problemas, estudos de caso, tutoriais de orientação e exemplos práticos. O treinamento pode ser realizado individualmente ou em situações compartilhadas com outros operadores, visando gerar internamente estruturas de conhecimento específicas.	Resolução de problemas, jogos instrucionais, simulações virtuais, animações, mundos virtuais, leituras, aprendizagem por cenários e troca de papéis na tarefa, simulações presenciais, <i>on-the-job-training</i> .
Aprendizagem exploratória	Esta arquitetura reflete um modelo cognitivo de aprendizagem com ênfase construtivista. O objetivo principal está ligado às tarefas do mundo real e os recursos instrucionais são caracterizados pelo alto grau de iniciativa e controle do operador para obter a informação necessária à instrução. A <i>web</i> proporciona um ambiente exploratório robusto ao contrário das limitações impostas pela aprendizagem em ambiente tradicional. Indicada para operadores com capacidade técnica e operacional e boa capacidade de gerenciar as experiências de aprendizagem.	Laboratórios e simuladores virtuais, atividades de campo, visitas técnicas, leituras, interpretação e criação de normativos técnicos, recursos e ferramentas oferecidos em AVA, simulações presenciais, <i>on-the-job-training</i> .

Um desafio no desenvolvimento de projetos instrucionais adequados ao treinamento eficiente em ambientes de *e-learning* é contribuir na especificação de experiências e recursos de aprendizagem que promovam a integração de estratégias, recursos e ferramentas instrucionais. A eficiência deste treinamento pode ser mensurada através da verificação de

quanto conhecimento foi efetivamente absorvido e pode ser transferido para as tarefas no ambiente de trabalho. Acrescenta-se ao conhecimento um conjunto de habilidades necessárias à execução das tarefas e que devem ser criadas ou melhoradas através de treinamento.

Nas próximas seções são apresentados em detalhes os modelos para módulos de aprendizagem contextualizados ao treinamento teórico e prático de operadores de sistemas elétricos. Descrevem-se percursos instrucionais ajustados ao estilo de aprendizagem dos operadores em cada arquitetura de aprendizagem.

4.2 Arquitetura de aprendizagem receptiva

A **arquitetura receptiva** é tipificada por oferecer uma abordagem baseada em leituras e interpretações. Assume que a aprendizagem surge da aquisição da informação. Caracteriza-se por providenciar poucas oportunidades de interação e realimentação e as atividades práticas complementam as atividades teóricas. É uma abordagem usada para modelar experiências instrucionais tradicionais ou executada em ambientes de *e-learning*.

Percursos instrucionais idealizados para esta arquitetura combinam estratégias, recursos e atividades de aprendizagem teóricas como, por exemplo, (i) leitura de um texto seguido da aplicação de um questionário; (ii) elaboração de um relatório técnico descrevendo uma ocorrência, ou ainda, (iii) apresentação de uma videoaula acompanhada de um tutorial impresso. A Figura 4.1 ilustra um percurso instrucional contextualizado ao treinamento de operadores em um módulo de aprendizagem completo.

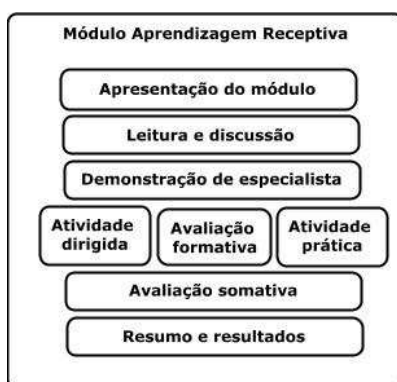


Figura 4.1: Modelo para a arquitetura receptiva

Em relação aos estilos de aprendizagem, os modelos desta arquitetura atendem tanto o estilo *ativo* como *reflexivo*, pois além de levar o operador a uma reflexão sobre o assunto, através da leitura e discussão, permitem a interação com um especialista no treinamento, atendendo

às necessidades dos estilos *verbal*, *visual*, *ativo* e *global*. A discussão com os demais operadores atende o perfil *verbal*. As atividades dirigidas e práticas atingem os estilos *intuitivo* e *sensitivo*. E ainda, o percurso instrucional do módulo oferece a oportunidade do operador realizar a experiência de forma *sequencial*. Para a **arquitetura receptiva** são propostos os modelos **T1** e **T2** com ênfase no treinamento teórico assíncrono e os modelos **P1** e **P2** com ênfase no treinamento prático assíncrono.

4.2.1 T1: Módulo de aprendizagem teórico-assíncrono

O **modelo T1** é representado pela Figura 4.2 e oferece recomendações de estratégias e recursos instrucionais para módulos de aprendizagem teóricos com interação assíncrona, apoio de recursos instrucionais e atividades de avaliação teórica.

Estas recomendações resultam em um percurso instrucional teórico, não interativo, executado inteiramente *online*, com suporte do AVA. É constituído de estratégias instrucionais indicadas ao treinamento individual e teórico de conceitos, Clark e Mayer (2008). Indicado para aplicação no nível mais baixo do domínio cognitivo do conhecimento (conhecer) Holden & Westfall (2010), no início do processo de formação ou durante treinamentos específicos de alteração de padrões em procedimentos e processos.

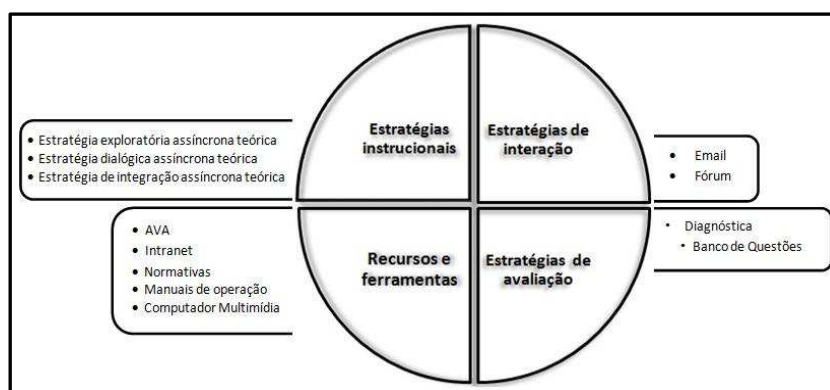


Figura 4.2: Modelo de módulo de aprendizagem – T1

Percursos instrucionais idealizados para este modelo combinam atividades de aprendizagem teóricas apoiadas em recursos instrucionais como, por exemplo, (i) leitura dinâmica de documento técnico e avaliação por questionários; (ii) videoaula seguida de sequências de exercícios dirigidos e (iii) animação interativa e avaliação por computador.

4.2.2 T2: Módulo de aprendizagem teórico-prático-assíncrono

O **modelo T2** é representado pela Figura 4.3 e oferece recomendações de estratégias, apoio de recursos instrucionais e ferramentas computacionais para módulos de aprendizagem teórica e prática com interação assíncrona e atividades de avaliação teórica e prática.

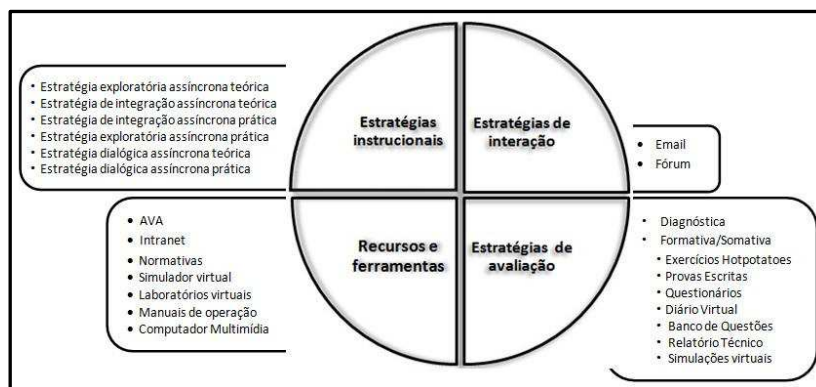


Figura 4.3: Modelo de módulo de aprendizagem – T2

Este modelo é indicado para aplicação nos níveis conhecer e entender do domínio cognitivo do conhecimento, Holden & Westfall (2010). Nas etapas de integração, especialização, reciclagem, atualização, alteração ou durante treinamentos específicos de mudanças na planta, painéis, armários ou no sistema supervisorio (contexto da tarefa).

Percursos instrucionais idealizados para este modelo combinam recursos e atividades de aprendizagem teóricas e práticas como, por exemplo, (i) tutoriais para a realização de experimentos práticos; (ii) leituras seguidas da execução de estudos de caso e (iii) simulações de cenários para resolver problemas práticos.

4.2.3 P1: Módulo de aprendizagem prático-assíncrono

O **modelo P1** é representado pela Figura 4.4 e oferece recomendações de estratégias e aplicações que apoiam as atividades práticas com interação assíncrona e atividades de avaliação teórica e prática. Estas recomendações resultam em um percurso instrucional prático, não interativo, executado inteiramente *online*, com suporte do AVA e apoiado por simuladores, laboratórios virtuais e aplicações interativas que apoiam atividades práticas. É constituído de estratégias instrucionais indicadas ao treinamento individual prático de procedimentos Clark e Mayer (2008).

Este modelo é indicado para aplicação nos níveis analisar e avaliar do domínio cognitivo do conhecimento Holden & Westfall (2010), indicado para treinamento nas etapas de formação,

especialização e qualificação na execução de manobras na planta, painéis, armários ou no sistema supervisorio (contexto da tarefa).



Figura 4.4: Modelo de módulo de aprendizagem – P1

Percursos instrucionais idealizados para este modelo caracterizam-se por oferecer atividades de aprendizagem práticas com base em cenários predefinidos, como em (i) simulações de manobras executadas em ambiente virtual; (ii) resolução de problemas utilizando o laboratório virtual e (iii) execução de experimentos dirigidos remotamente em plantas de treinamento.

4.2.4 P2: Módulo de aprendizagem prático-assíncrono

O **modelo P2** é representado pela Figura 4.5 e oferece recomendações de estratégias e aplicações que apoiam as atividades práticas, com interação assíncrona, apoiada por recursos instrucionais e de atividades de avaliação teórica e prática. Estas recomendações resultam em um percurso instrucional prático, não interativo, executado inteiramente *online*, com suporte do AVA, de simuladores e laboratórios virtuais (usados tanto para as atividades de aprendizagem quanto para avaliação). É constituído de estratégias instrucionais indicadas ao treinamento individual prático de procedimentos Clark e Mayer (2008).

Este modelo é recomendado para aplicação nos níveis analisar e avaliar do domínio cognitivo do conhecimento Holden & Westfall (2010), nas etapas de formação, especialização e qualificação na execução de manobras na planta, painéis, armários ou no sistema supervisorio (contexto da tarefa).

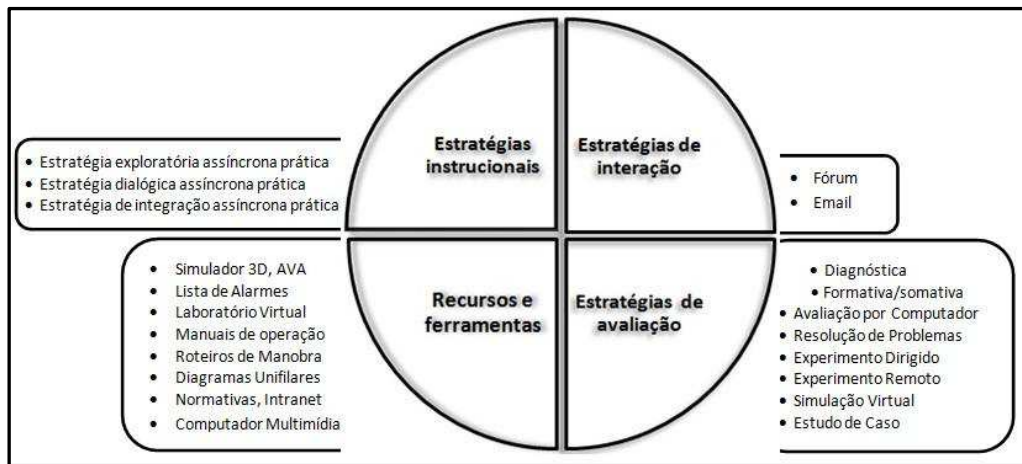


Figura 4.5: Modelo de módulo de aprendizagem – P2

Percursos instrucionais idealizados para este modelo caracterizam-se por oferecer atividades de aprendizagem práticas com base em cenários predefinidos, como em (i) simulações de manobras executadas em ambiente virtual; (ii) resolução de problemas utilizando o laboratório virtual e, (iii) execução de experimentos dirigidos remotamente em plantas de treinamento.

4.3 Arquitetura de Aprendizagem Direcionada

A **arquitetura direcionada** descrita por Clark (2000) reflete raízes comportamentais tendo como principal objetivo o fortalecimento da resposta. Caracteriza-se pelo alto grau de suporte instrucional, assumindo que respostas frequentes a questionamentos com apropriada realimentação podem mediar e desenvolver a aprendizagem. Enfatiza a aquisição de conhecimentos associados a habilidades. A Figura 4.6 ilustra um percurso instrucional contextualizado ao treinamento de operadores com um módulo de aprendizagem completo.



Figura 4.6: Modelo para a arquitetura direcionada

Em relação aos estilos de aprendizagem, este modelo aborda além do texto escrito e falado, um conjunto de atividades práticas dirigidas que aplicam os conceitos apresentados, atendendo aos estilos de aprendizagem *reflexivo*, *verbal*, *sensitivo* e *intuitivo*, oferece a interação com um especialista no assunto do treinamento, atendendo às necessidades dos estilos *visual* e *ativo*.

Como o operador tem a oportunidade de escolher se realiza uma atividade dirigida (p.ex. por computador) ou uma atividade prática virtual ou presencial, atinge tanto os estilos *global* quanto os *sequenciais*. O texto apenas falado pode não atingir o estilo *verbal*, mas atinge o estilo *sensitivo* e, como leva o operador a pensar sobre o assunto ouvido e mostrado pelo especialista, atende às necessidades do estilo *reflexivo*. A discussão dos resultados do treinamento oferece a oportunidade do operador estilo *verbal* apresentar suas considerações.

Nesta arquitetura o papel do instrutor é quebrar a experiência de aprendizagem em lições organizadas e sequenciadas, partindo de objetivos instrucionais simples para os de maior complexidade. Os conteúdos instrucionais são apresentados em tópicos curtos que combinam instruções teóricas ou práticas, discussão, realimentação e avaliação. Para a arquitetura direcionada são propostos os modelos **T3** e **T4** com ênfase no treinamento teórico síncrono ou assíncrono e os modelos **P3** e **P4** com ênfase no treinamento prático assíncrono.

4.3.1 **T3**: Módulo de aprendizagem teórico-assíncrono

O **módulo T3** é representado pela Figura 4.7 e oferece recomendações de estratégias e recursos para módulos de aprendizagem teórica com interação assíncrona, apoio de recursos instrucionais e de atividades de avaliação teórica.

Estas recomendações resultam em um percurso instrucional teórico não interativo, constituído de estratégias instrucionais indicadas ao treinamento individual e teórico de conceitos, Clark e Mayer (2008). Promovem atividades de avaliação do conhecimento cognitivo através de questionários e provas escritas, Holden & Westfall (2010), e perceptivo através da criação de um relatório técnico Gage & Berliner (1992).

O percurso instrucional promove atividades de avaliação diagnóstica, formativa e somativa, podendo ser utilizado nas etapas de treinamento de formação, especialização, reciclagem, alteração, adaptação e certificação, sendo indicado à execução inteiramente *online*, com suporte do AVA. No contexto da tarefa é indicado para treinar e avaliar conhecimentos fundamentais da operação durante a integração, revisão, qualificação e certificação.



Figura 4.7: Modelo de módulo de aprendizagem – **T3**

Percursos instrucionais idealizados para este modelo combinam recursos instrucionais com atividades de aprendizagem e avaliação teórica, como por exemplo, quando o operador: (i) realiza a leitura de um texto seguido de avaliação através de um banco de questões; (ii) apresenta um relatório técnico resultado de uma ocorrência ou (iii) realiza a leitura de um texto técnico seguido de uma videoaula e avaliação escrita.

4.3.2 **T4**: Módulo de aprendizagem teórico-síncrono

O **modelo T4** é representado pela Figura 4.8 e oferece recomendações de estratégias e ferramentas computacionais que apoiam as atividades teóricas para módulos de aprendizagem com interação síncrona e atividades de avaliação teórica. O instrutor pode utilizar as interações para avaliar os objetivos de aprendizagem.

Estas recomendações resultam em um percurso instrucional interativo, com suporte do AVA e pode ser executado total ou parcialmente *online* ou ainda presencialmente. É constituído de estratégias instrucionais indicadas ao treinamento teórico de conceitos, processos e procedimentos de forma individual, em pares ou colaborativamente (Clark e Mayer, 2008).

Indicado para aplicação em processos de revisão, reciclagem e certificação Holden & Westfall (2010), ou durante treinamentos específicos de alteração de padrões de comunicação (domínio da comunicação) Gage & Berliner (1992). Os procedimentos de tarefas do tipo ocasional em situações normais podem ser treinados com este módulo.

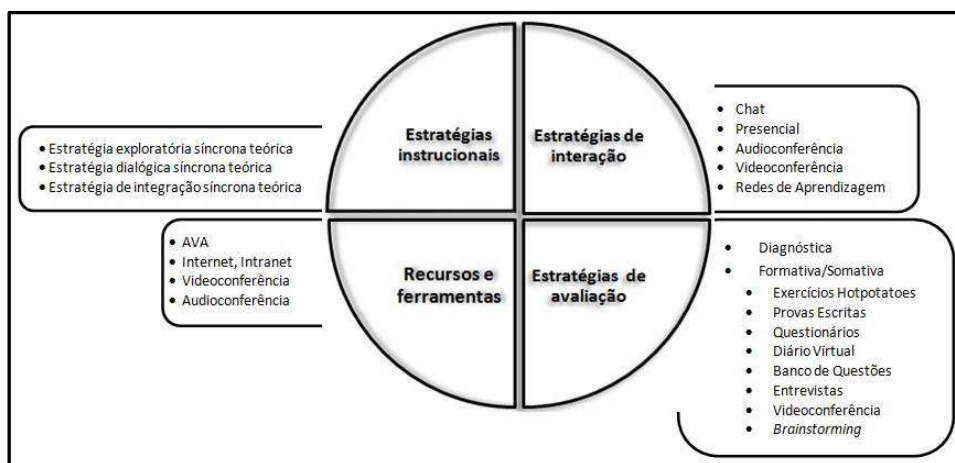


Figura 4.8: Modelo de módulo de aprendizagem – T4

Percursos instrucionais idealizados para este modelo combinam ferramentas computacionais, atividades de aprendizagem teórica e dispositivos de interação, como quando o operador: (i) realiza a apresentação de um procedimento, seguido de um estudo de caso e um debate presencial ou virtual; (ii) realiza um treinamento tradicional em sala de aula combinado com uma demonstração prática e um *brainstorming* ou ainda, (iii) assiste a uma palestra virtual combinada com uma videoconferência entre os participantes.

4.3.3 P3: Módulo de aprendizagem prático-assíncrono

O **modelo P3** é representado pela Figura 4.9 e oferece recomendações de estratégias e ferramentas computacionais que apoiam as atividades práticas com interação assíncrona e ênfase na avaliação teórica e prática.

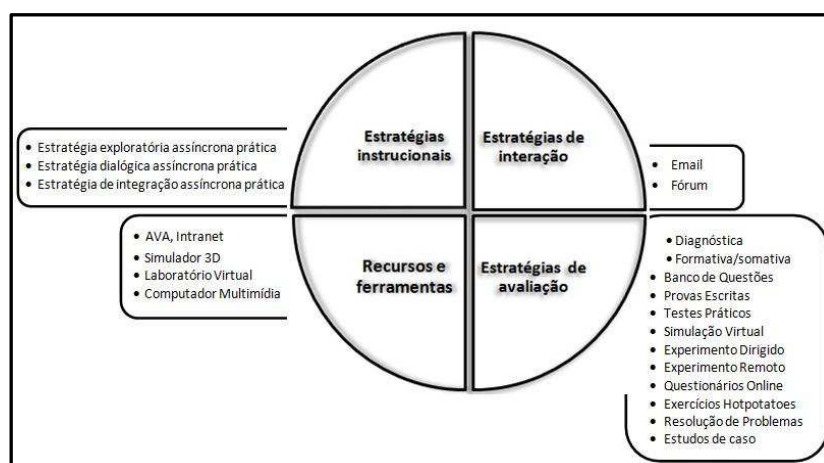


Figura 4.9: Modelo de módulo de aprendizagem – P3

Estas recomendações resultam em um percurso instrucional prático, não interativo, com suporte do AVA e executado totalmente *online*. É constituído de estratégias instrucionais

indicadas ao treinamento de habilidades e comportamentos de forma individual Clark e Mayer (2008). Indicado para aplicação em processos de formação (Psicomotor) Harrow (1972), revisão (comunicação) e prontidão (perceptivo) Gage & Berliner (1992). As estratégias de avaliação baseiam-se em atividades de resolução de problemas utilizando os recursos disponibilizados no AVA e em ambientes simulados de treinamento.

Percursos instrucionais idealizados para este modelo combinam recursos, atividades de aprendizagem teóricas e estratégias de avaliação, como quando o operador: (i) executa um experimento remoto dirigido dentro do limite de tempo estipulado; (ii) executa um cenário de simulação sem cometer erros ou (iii) executa um conjunto de instruções para realizar uma tarefa supervisionada pelo computador.

4.3.4 P4: Módulo de aprendizagem prático-síncrono

O **modelo P4** é representado pela Figura 4.10 e oferece recomendações de estratégias e ferramentas computacionais que apoiam as atividades práticas com forte interação síncrona e avaliação teórica e prática. Estas recomendações resultam em um módulo de aprendizagem prático e interativo, com suporte do AVA, simuladores e laboratório virtual, executado total ou parcialmente *online* ou ainda presencialmente, de forma individual, em pares ou colaborativamente Clark e Mayer (2008).

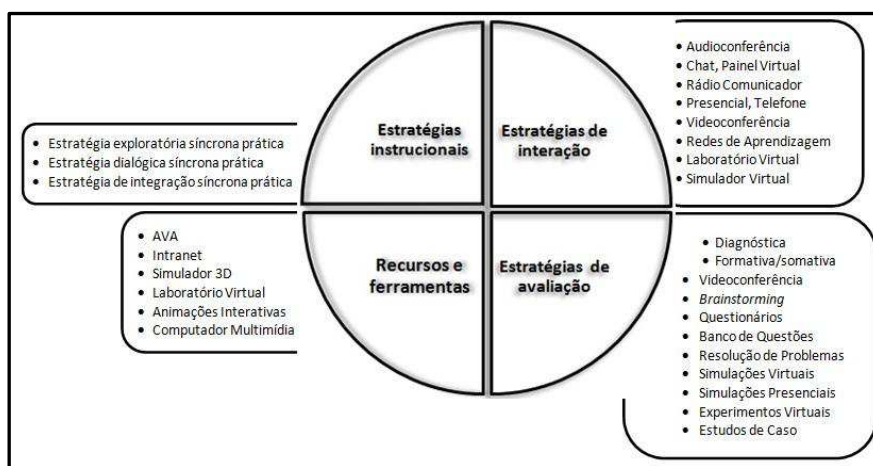


Figura 4.10: Modelo de módulo de aprendizagem – P4

Este modelo apresenta um percurso instrucional constituído de estratégias instrucionais indicadas ao treinamento de processos ou procedimentos e o desenvolvimento de habilidades práticas necessárias ao manuseio de instrumentos e equipamentos. Recomendado para aplicação em processos de formação e modificação de comportamentos no contexto de tarefas programadas e executadas diretamente na planta, armários e painéis.

As estratégias de avaliação baseiam-se em atividades de discussão, questionários e resolução de problemas utilizando simuladores e laboratórios virtuais, além dos recursos disponibilizados no AVA. Percursos instrucionais idealizados para este modelo combinam atividades de aprendizagem práticas com atividades de interação síncrona e estratégias de avaliação teórica e prática, como quando o operador: (i) recebe o treinamento individual no local de trabalho, interage com o instrutor e realiza uma simulação presencial para avaliar a aprendizagem; (ii) recebe um conjunto de instruções pelo computador, executa um estudo de caso e avalia os resultados de um experimento virtual ou (iii) a partir da demonstração de um especialista, realiza uma simulação virtual e participa de um *brainstorming*.

4.4 Arquitetura de Aprendizagem Descoberta Guiada

A arquitetura **descoberta guiada** descrita por Clark (2000) reflete um modelo cognitivo de aprendizagem que assume a instrução como um processo construtivo, ativo e mediado por estratégias instrucionais pautadas na resolução de problemas, estudos de casos e tutoriais.



Figura 4.11: Modelo para a arquitetura descoberta guiada

O papel da instrução é providenciar aos operadores, situações autênticas que serão encontradas no ambiente de trabalho e que podem ser resolvidas individualmente, em pares ou grupos de operadores, com a utilização de recursos instrucionais de diferentes formatos e ferramentas computacionais.

A Figura 4.11 ilustra um percurso instrucional contextualizado ao treinamento de operadores em um modelo de módulo de aprendizagem completo. Neste modelo a apresentação dos objetivos instrucionais, critérios de avaliação e do cenário de treinamento tem características conceituais e podem ser apresentados na forma escrita ou falada, atingindo respectivamente os operadores com estilo de aprendizagem *verbal* e *sensitivo*. É oferecido ao operador a

oportunidade de experimentar o cenário de treinamento através de um estudo de caso (teórico/prático) atingindo o estilo *ativo* em escala maior do que os *reflexivos*.

O modelo oferece a oportunidade ao operador de interagir em experiências síncronas simuladas no local de trabalho, atuando cooperativamente com outros operadores, atendendo aos estilos *visual* e *global*, respectivamente.

A avaliação por pares é característica da técnica de *drill* e prática, onde é possível avaliar cada etapa da tarefa. O modelo consegue também atender às necessidades do operador com estilo *ativo* quando promove a discussão e a troca de conhecimentos. E ainda, o percurso instrucional do modelo oferece a oportunidade do operador realizar a experiência de forma *sequencial*. Para a arquitetura descoberta guiada são propostos os modelos **T5** e **T6** com ênfase no treinamento teórico síncrono e os modelos **P5** e **P6** com ênfase no treinamento prático síncrono.

4.4.1 T5: Módulo de aprendizagem teórico-síncrono

O **modelo T5** é representado pela Figura 4.12 e oferece recomendações de estratégias, recursos instrucionais e ferramentas computacionais que apoiam as atividades teóricas com ênfase na autoinstrução ou instrução guiada por computador, interação síncrona e avaliação teórica. Estas recomendações resultam em um percurso instrucional teórico e interativo, com suporte do AVA e recursos multimídia. É executado de forma total ou parcialmente *online* ou ainda presencialmente.

Este modelo é constituído de estratégias instrucionais indicadas ao treinamento teórico de conceitos, processos e procedimentos de forma individual, em pares ou colaborativamente, Clark e Mayer (2008).

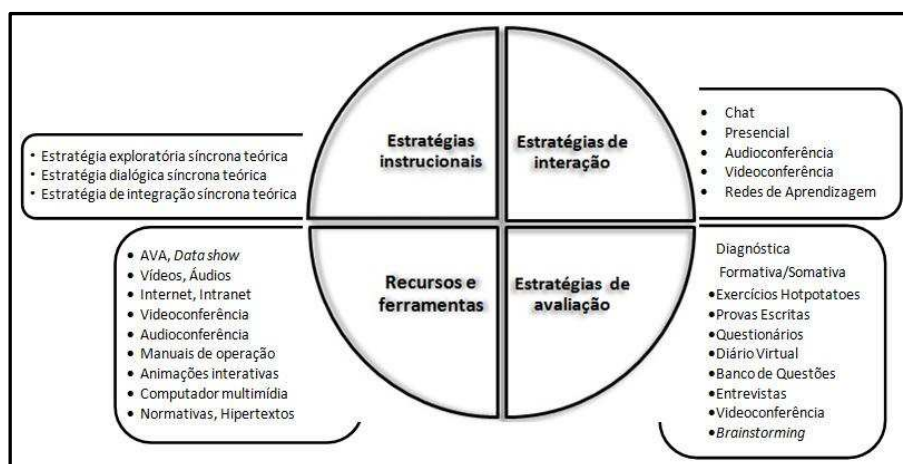


Figura 4.12: Modelo de módulo de aprendizagem – T5

Indicado para aplicação em processos de formação e reciclagem (entender e analisar) Holden & Westfall (2010), em treinamento de tarefas do tipo simples e frequente. As atividades de avaliação concentram-se no entendimento e assimilação do conhecimento e podem ser realizadas de forma presencial (*brainstorming*) ou virtual (banco de questões).

Percursos instrucionais idealizados para este modelo combinam atividades de aprendizagem práticas com atividades de interação síncrona e estratégias de avaliação teórica, como quando o operador: (i) recebe o treinamento mediado pelo computador, interage com outros operadores via AVA e realiza uma videoconferência com o instrutor para avaliar a aprendizagem; (ii) realiza o treinamento tradicional, assiste vídeos e responde um conjunto de questões relacionadas ao assunto ou (iii) executa uma sessão de *drill* e prática, seguida de um debate com os operadores e instrutores.

4.4.2 T6: Módulo de aprendizagem teórico-prático-síncrono

O **modelo T6** é representado pela Figura 4.13 e oferece recomendações de estratégias, recursos instrucionais e ferramentas computacionais que apoiam as atividades teóricas e práticas com ênfase na interação síncrona e na avaliação teórica e prática.

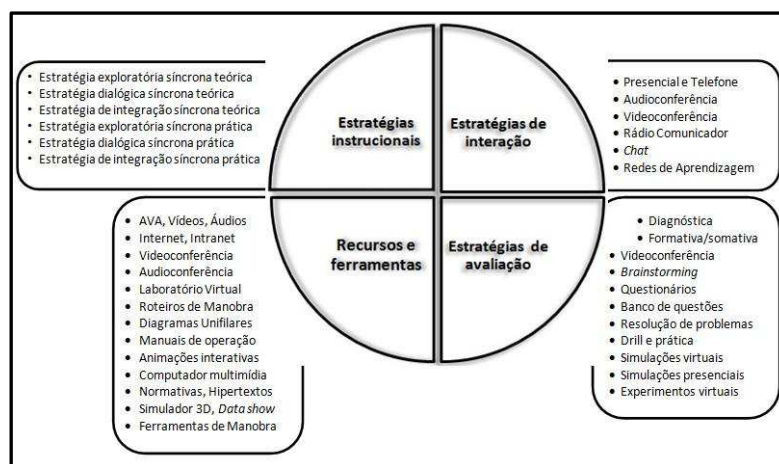


Figura 4.13: Modelo de módulo de aprendizagem – T6

Percursos instrucionais idealizados para este modelo combinam recursos instrucionais e ferramentas computacionais com atividades de aprendizagem teóricas e práticas e estratégias de interação síncronas, como por exemplo, em: (i) um treinamento *on-the-job* combinado com uma simulação presencial seguida de um *brainstorming*; (ii) a simulação de uma manobra programada acompanhada pelo AVA ou videoconferência ou (iii) treinamento tradicional seguido de um estudo de caso presencial e simulação presencial.

4.4.3 P5: Módulo de aprendizagem prático-síncrono

O **modelo P5** é representado pela Figura 4.14 e oferece recomendações de estratégias e ferramentas computacionais que apoiam as atividades práticas com diversos instrumentos de interação síncrona e diferentes formatos de avaliação teóricas e práticas.

Estas recomendações resultam em um percurso instrucional prático e interativo, com suporte do AVA, simuladores e laboratório virtual e, executado total ou parcialmente *online* ou ainda presencialmente, de forma individual, em pares ou colaborativamente, Clark e Mayer (2008). É constituído de estratégias instrucionais indicadas ao treinamento de processos ou procedimentos e o desenvolvimento de habilidades práticas necessárias ao manuseio de instrumentos e equipamentos.

Este modelo é indicado para aplicação em processos de formação no contexto de tarefas programadas e executadas diretamente na planta, armários e painéis. As estratégias de avaliação baseiam-se em atividades de discussão, questionários e resolução de problemas utilizando simuladores e laboratórios virtuais disponibilizados no AVA.

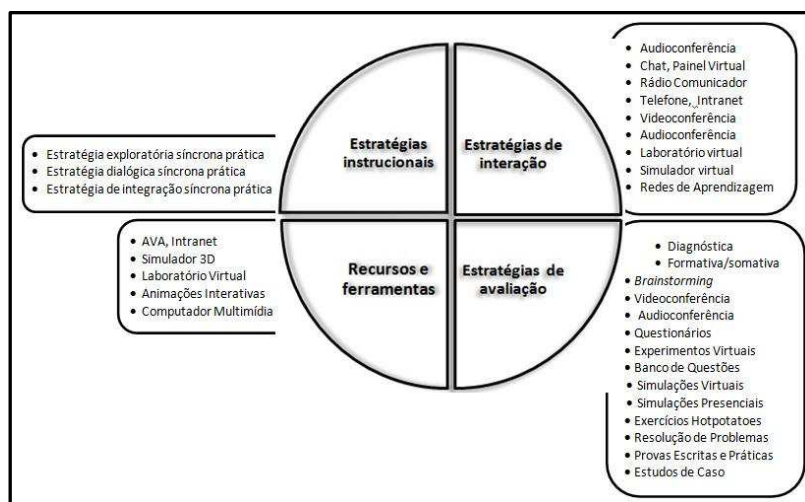


Figura 4.14: Modelo de módulo de aprendizagem – P5

Percursos instrucionais idealizados para este modelo combinam atividades de aprendizagem práticas com atividades de interação síncrona e estratégias de avaliação teóricas e práticas, como quando o operador: (i) recebe o treinamento individual no local de trabalho, interage com o instrutor e realiza uma simulação presencial para avaliar a aprendizagem; (ii) recebe um conjunto de instruções pelo computador, executa um estudo de caso e avalia os resultados de um experimento virtual ou (iii) a partir da demonstração de um especialista, realiza uma simulação virtual e participa de um *brainstorming*.

4.4.4 P6: Módulo de aprendizagem prático-síncrono

O **modelo P6** é representado pela Figura 4.15 e oferece recomendações de estratégias e recursos instrucionais e ferramentas computacionais que apoiam as atividades práticas, com interação síncrona e diferentes formatos de atividades de avaliação teórica e prática. Estas recomendações resultam em um percurso instrucional prático e interativo, com suporte do AVA, recursos multimídia, simulador e laboratório virtual.

Pode ser executado total, ou parcialmente *online* ou ainda presencialmente, de forma individual, em pares ou colaborativamente Clark e Mayer (2008). É constituído de estratégias instrucionais indicadas ao treinamento prático de processos ou procedimentos e o desenvolvimento de conhecimentos e habilidades práticas necessárias ao manuseio de instrumentos, equipamentos ou sistemas.

Este modelo é indicado para aplicação em processos de formação nos níveis elementares do domínio perceptivo (inspecionar, observar, monitorar), em processos de formação e qualificação nos níveis mais altos do domínio da comunicação (responder, registrar, comandar), Gage & Berliner (1992).

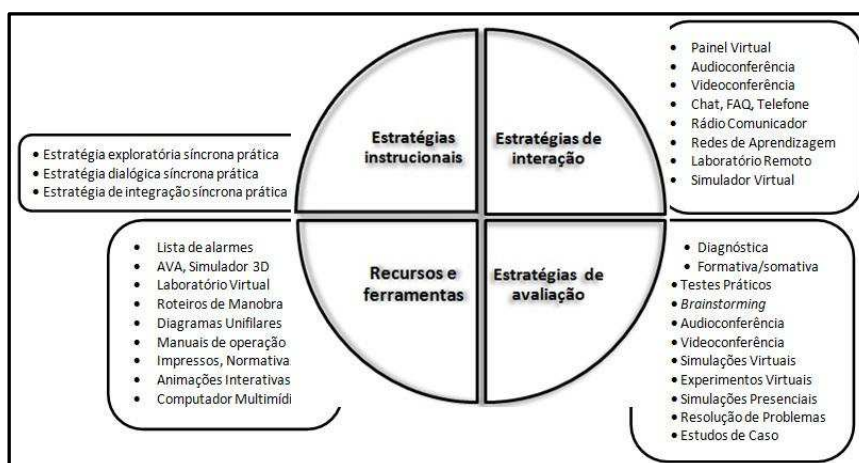


Figura 4.15: Modelo de módulo de aprendizagem – P6

As estratégias de avaliação baseiam-se em atividades de discussão presencial e virtual, resolução de problemas práticos, simulações e experimentos virtuais.

Percursos instrucionais idealizados para este modelo combinam atividades de aprendizagem práticas com atividades de interação síncrona e estratégias de avaliação teórica e prática, em situações tais como: (i) o operador recebe treinamento no trabalho, interage de forma presencial com instrutores e é avaliado na execução de um cenário no simulador virtual; (ii) treina a prática com atividades de campo presenciais e é avaliado na execução de um cenário

no simulador virtual ou (iii) recebe instruções por computador, executa um estudo de caso e uma simulação presencial.

4.5 Arquitetura de Aprendizagem Exploratória

A **arquitetura exploratória** descrita por Clark (2000) reflete um modelo cognitivo de aprendizagem com ênfase construtivista. Caracteriza-se pela instrução com alto grau de controle do operador, cujo objetivo principal é proporcionar um ambiente instrucional robusto, ao contrário das limitações impostas pela aprendizagem em sala de aula tradicional. O operador deve encontrar e processar informações relevantes disponibilizadas em ambientes virtuais que formam uma rede de recursos e ferramentas acompanhadas de capacidades de navegação e de procura rápida.

A Figura 4.16 ilustra um percurso instrucional contextualizado ao treinamento de operadores em um modelo de módulo de aprendizagem completo. Neste modelo a apresentação dos objetivos instrucionais, critérios de avaliação e do cenário de treinamento tem características conceituais e podem ser apresentados na forma escrita ou falada, atingindo respectivamente os operadores com estilo de aprendizagem *intuitivo*, *verbal* e *sensitivo*. É oferecido ao operador a oportunidade para reflexão quando ele visualiza o cenário de treinamento em uma visita técnica às instalações ou plantas, atendendo o estilo *reflexivo*.



Figura 4.16: Modelo para a arquitetura exploratória

Este modelo oferece a oportunidade ao operador de interagir em experiências reais ou virtuais, através de simuladores e laboratórios remotos, além das simulações no local de trabalho, atendendo aos estilos *visual* e *global*, respectivamente. O modelo consegue também atender às necessidades do operador com estilo *ativo* quando oferece uma atividade em

campo e avalia o conhecimento teórico com o banco de questões e o desempenho através de cenários simulados.

E ainda, o percurso instrucional do modelo oferece a oportunidade do operador realizar a experiência de forma *global*. Para a arquitetura **exploratória** são propostos os modelos **T7** e **T8** com ênfase no treinamento teórico síncrono e assíncrono e os modelos **P7** e **P8** com ênfase no treinamento prático síncrono e assíncrono.

4.5.1 T7: Módulo de aprendizagem teórico-prático-síncrono

A Figura 4.17 representa o **modelo T7** com as recomendações para percursos instrucionais teórico-práticos, com interação assíncrona. A instrução é apoiada por recursos instrucionais e ferramentas computacionais com diferentes formatos de atividades de avaliação prática da instrução.

Estas recomendações resultam em um percurso instrucional teórico-prático não interativo, que promove atividades de avaliação prática. É executado inteiramente *online*, individualmente com suporte do AVA. É constituído de estratégias instrucionais indicadas ao treinamento em nível de qualificação e reciclagem dos níveis elementares do conhecimento (conhecer, entender, aplicar) Holden & Westfall (2010).



Figura 4.17: Modelo de módulo de aprendizagem – T7

No contexto da tarefa é indicado para treinamento simulado de tarefas de normatização, perturbação e recomposição Clark e Mayer (2008). Promove atividades de avaliação práticas do conhecimento cognitivo Holden & Westfall (2010) e nas etapas que constituem os processos de normatização.

Percursos instrucionais idealizados para este modelo combinam recursos instrucionais, ferramentas computacionais em atividades de aprendizagem teóricas e práticas seguidas de atividades de avaliação, como por exemplo, quando o operador: (i) assiste videoaulas, recebe instruções por computador, executa experimento prático virtual e é avaliado neste experimento; (ii) realiza uma simulação virtual para resolver um problema e é avaliado através de um banco de questões ou (treinamento *iii*) desenvolve um relatório técnico a partir dos resultados obtidos de experimentos remotos.

4.5.2 T8: Módulo de aprendizagem teórico-prático-síncrono

A Figura 4.18 representa o **modelo T8** com as recomendações para módulos de aprendizagem teórico-prático, com interação síncrona apoiada em recursos instrucionais e ferramentas computacionais, com ênfase na interação entre operadores e instrutores e na avaliação prática de desempenho.

Estas recomendações resultam em um percurso instrucional teórico-prático interativo, com suporte do AVA, simuladores e laboratório virtual e é executado total, parcialmente *online* ou presencial, de forma individual, em pares ou colaborativamente, Clark e Mayer (2008).

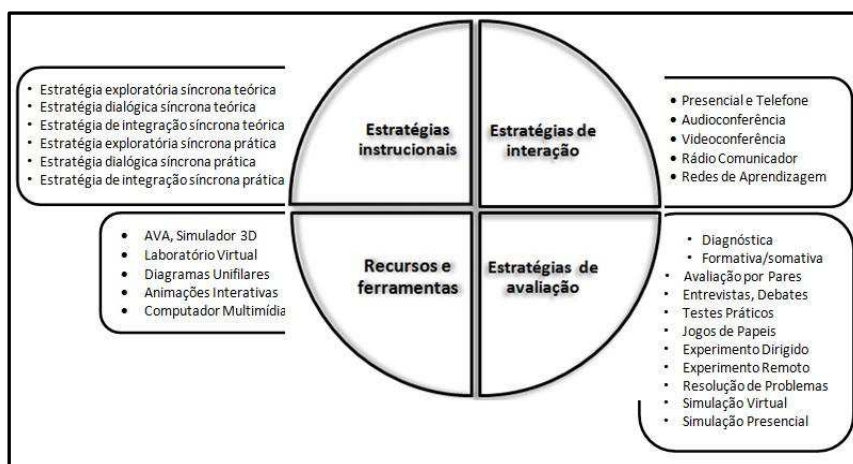


Figura 4.18: Modelo de módulo de aprendizagem – T8

Este modelo é constituído de estratégias instrucionais indicadas ao desenvolvimento do domínio cognitivo em nível de formação (aplicar) e em nível comportamental (entender, aplicar, analisar, avaliar e propor) Holden & Westfall (2010), perceptivo Harrow (1972) e de comunicação Gage & Berliner (1992).

No contexto da tarefa adéqua-se aos níveis de reciclagem de habilidades e em tarefas anormais ou críticas. As estratégias de avaliação baseiam-se em atividades de discussão,

avaliação por pares, questionários e resolução de problemas utilizando simulações virtuais e presenciais ou laboratórios virtuais.

Percursos instrucionais idealizados para este modelo combinam atividades de aprendizagem teóricas e práticas com atividades de interação síncrona e estratégias de avaliação, como quando o operador: (i) recebe o treinamento individual no local de trabalho, interage com o instrutor e realiza uma simulação virtual para avaliar a aprendizagem; (ii) recebe um conjunto de instruções pelo computador, executa um estudo de caso e avalia os resultados de um experimento virtual ou (iii) a partir da demonstração de um especialista, executa um estudo de caso e participa de um *brainstorming*.

4.5.3 P7: Módulo de aprendizagem prático-assíncrono

A Figura 4.19 representa o **modelo P7** com as recomendações para módulos de aprendizagem prática, com interação assíncrona e, apoiados por recursos instrucionais e ferramentas computacionais, com diferentes formatos de atividades de avaliação prática. Estas recomendações resultam em um percurso instrucional prático, não interativo, com suporte de simuladores e laboratórios virtuais, recursos multimídia e do AVA. É executado totalmente *online*.

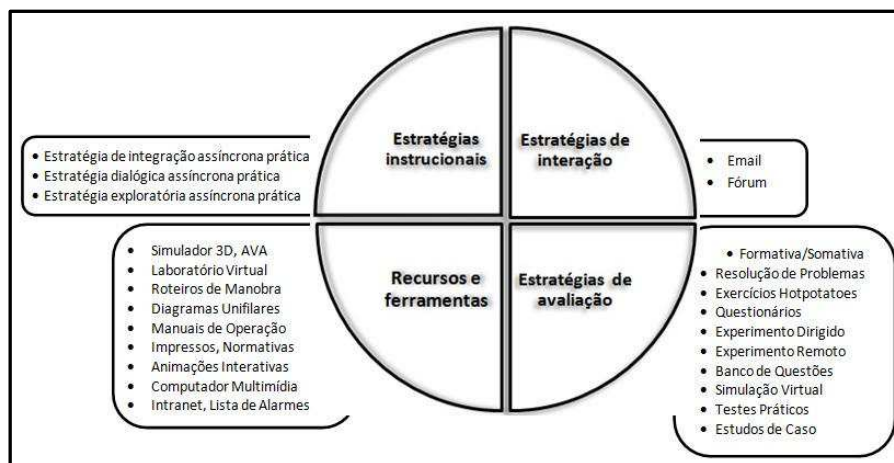


Figura 4.19: Modelo de módulo de aprendizagem – P7

Este modelo é constituído de estratégias instrucionais indicadas ao treinamento prático de processos e procedimentos de forma individual, Clark e Mayer (2008). Indicado para aplicação em processos de adaptação (contexto do treinamento), no treinamento de tarefas do tipo normal, simples e frequente. As atividades de avaliação concentram-se em atividades práticas de avaliação do desempenho na execução do processo ou procedimento e são realizadas de forma virtual em simuladores e laboratórios virtuais.

Percursos instrucionais idealizados para este modelo combinam atividades de aprendizagem e avaliação prática, como quando o operador: (i) executa um experimento remoto e avalia as consequências da modificação de variáveis; (ii) executa simulações virtuais e é avaliado pelos resultados (nº de erros, tempo da simulação, solicitações de ajuda) ou (iii) recebe instruções pelo computador, realiza um experimento dirigido (tutoriais) e avalia os resultados obtidos.

4.5.4 P8: Módulo de aprendizagem prático-síncrono

A Figura 4.20 representa o **modelo P8** com as recomendações para módulos de aprendizagem práticos síncronos, com apoio de recursos instrucionais e ferramentas computacionais, com ênfase na interação e avaliação prática.

Estas recomendações resultam em um percurso instrucional prático, altamente interativo, com suporte do AVA, simuladores e laboratório virtual e é executado total, ou parcialmente *online* ou ainda presencialmente, de forma individual, em pares ou colaborativamente Clark e Mayer (2008).

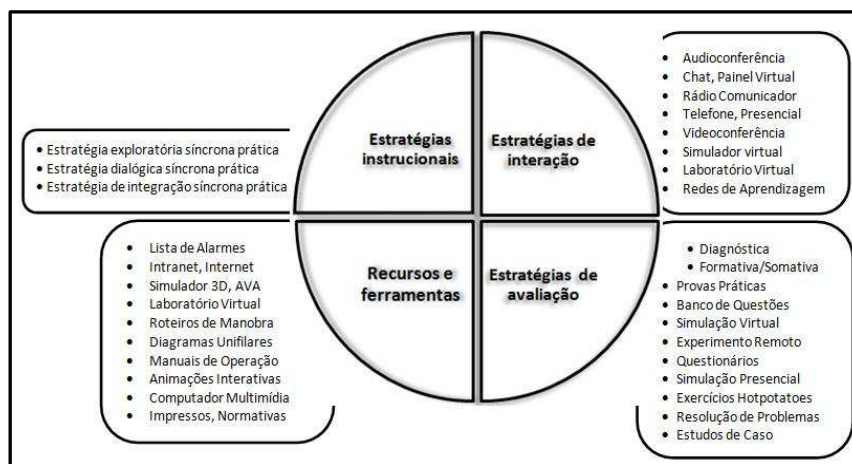


Figura 4.20: Modelo de módulo de aprendizagem – P8

Este modelo é constituído de estratégias instrucionais indicadas ao desenvolvimento de todos os níveis do domínio perceptivo, Harrow (1972). No contexto da tarefa promove o treinamento prático em nível de formação, prontidão, reciclagem, atualização e adaptação em tarefas complexas, anormais ou críticas que exigem alto desempenho e precisão. As estratégias de avaliação baseiam-se em atividades práticas de resolução de problemas em simulações virtuais e presenciais ou provas criadas a partir de bancos de questões.

Percursos instrucionais idealizados para este modelo combinam atividades de aprendizagem práticas com atividades de interação síncrona e estratégias de avaliação prática, como quando o operador: (i) recebe o treinamento individual no local de trabalho, interage com o instrutor e realiza uma simulação virtual para avaliar a aprendizagem; (ii) recebe um conjunto de instruções pelo computador, executa um estudo de caso e avalia os resultados de um experimento virtual ou (iii) a partir da demonstração de um especialista, prepara um estudo de caso e participa de uma videoconferência.

4.6 Considerações finais deste capítulo

Inicia-se esta seção com um questionamento: *qual arquitetura instrucional apresenta características mais apropriadas ao treinamento teórico e prático de operadores?*

A partir da observação dos modelos instanciados para módulos de aprendizagem, é possível inferir que cada arquitetura tem seu lugar apropriado na instrução e cada uma se aplica melhor dependendo dos objetivos do treinamento e dos conhecimentos e estilos de aprendizagem dos operadores. Neste contexto, durante a construção do projeto instrucional, uma das arquiteturas é adotada como um *framework* padrão que serve de modelo à especificação do módulo de aprendizagem.

Não se considera nenhuma abordagem mais significativa. Para que os programas de capacitação de operadores em ambientes de *e-learning* proporcionem resultados efetivos à organização, o processo de planejamento deve ser cuidadoso e questões como a escolha das estratégias e recursos instrucionais, ferramentas e ambientes devem ser priorizados.

Nesta perspectiva, este capítulo apresentou diferentes abordagens de aplicação das principais estratégias instrucionais (ver estudo apresentado no Apêndice A) recomendadas para ambientes de *e-learning* e seus impactos no modelo de treinamento de operadores. O objetivo é demonstrar que o sucesso do treinamento virtual depende de um cuidadoso processo de planejamento no que se refere à escolha das estratégias e recursos instrucionais, ferramentas computacionais, instrumentos de interação e modelos de avaliação do conhecimento e desempenho.

Este conjunto de modelos não esgota as possibilidades de combinação de estratégias, recursos e ferramentas de apoio à instrução. Principalmente considerando os avanços tecnológicos e ferramentas de software, novos recursos que podem ser adaptados e combinados, modificando totalmente o modelo de treinamento. Cabe ao projetista

instrucional a tarefa de abordar e elaborar estratégias que consolidem uma relação benéfica entre a tecnologia e o treinamento, com uma aprendizagem colaborativa e autônoma.

Neste contexto, o projeto instrucional torna-se fundamental, pois com a variedade de abordagens possíveis de serem combinadas, uma gama cada vez maior de opções é oferecida aos operadores, os quais exigem diferentes formatos de instrução que se adaptem aos estilos de aprendizagem de cada um. A matriz de projeto instrucional desempenha um importante papel nesta fase do planejamento da instrução, pois detalha as características de cada módulo de aprendizagem instanciado, combinando estratégias, ferramentas e recursos.

CAPÍTULO 5: METODOLOGIA DE FILTRAGEM DE ESTRATÉGIAS E RECOMENDAÇÃO DE MODELOS PARA MÓDULOS DE APRENDIZAGEM

Os sistemas utilizados na recomendação de estratégias procuram compreender o interesse do treinando e gerar uma lista de recomendações com itens relacionados, afirmam Sunil & Saini (2013). Nesta pesquisa investigou-se como utilizar a informação presente na ontologia de módulos de aprendizagem para melhorar a recomendação de estratégias, recursos instrucionais e ferramentas computacionais utilizados no treinamento teórico e prático em ambientes de *e-learning*.

No trabalho de Sunil & Saini (2013), os autores utilizaram métodos de filtragem para selecionar abordagens, recursos e módulos instrucionais de acordo com o estilo de aprendizagem dos treinandos e o ambiente de treinamento. Neste sentido, a metodologia *i-blended* utiliza métodos de filtragem por conteúdo, descritos em Barbosa (2014), para selecionar estratégias instrucionais e recomendar modelos para módulos de aprendizagem.

A metodologia *i-blended* (representada pela Figura 5.1) realiza filtragens sucessivas de estratégias instrucionais segundo critérios relacionados ao estilo de aprendizagem do operador, os domínios do conhecimento, o contexto da tarefa, a categoria de conteúdo e a categoria de treinamento.

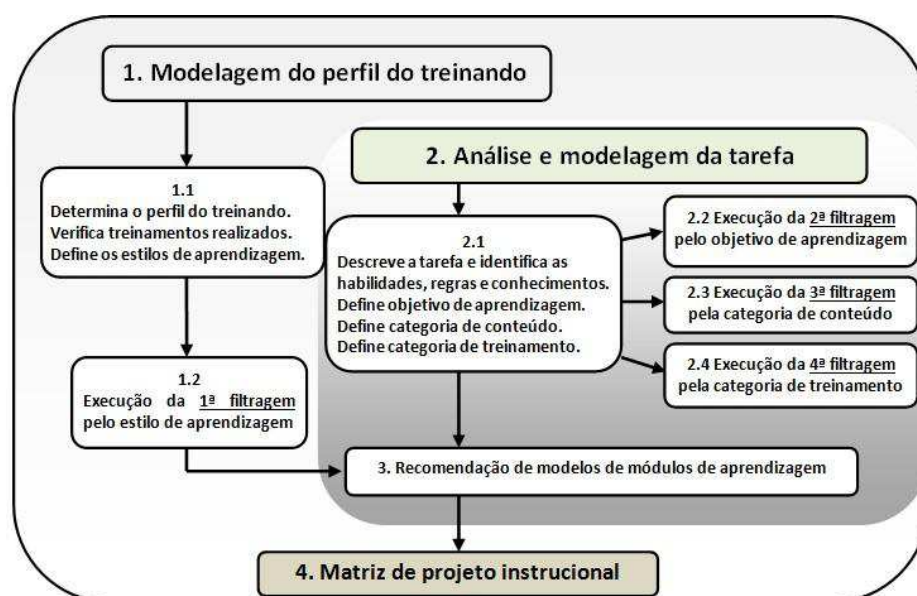


Figura 5.1: Representação da metodologia *i-blended*

A matriz de projeto instrucional permite especificar o percurso instrucional mais adequado ao treinamento teórico e prático de operadores em ambientes de *e-learning*, formado pela combinação de *estratégias instrucionais + recursos de suporte + atividades de*

aprendizagem e avaliação + ferramentas computacionais. A aplicação da metodologia *i-blended* é realizada seguindo uma sequência de quatro etapas, descritas na seção 5.2.

5.1 Norma ISO 10015 - Diretrizes para treinamento

Na Norma ISO 10015 estão as prescrições recomendadas para a implementação de um processo de treinamento planejado e sistemático que contribui para a organização atingir seus resultados. Apesar de ser previsto um processo de monitoramento, a norma, ilustrada na Figura 5.2, relaciona quatro estágios para o desenvolvimento de um programa de treinamento:

- a) definição das necessidades de treinamento
- b) projeto e planejamento do treinamento
- c) execução do treinamento
- d) avaliação dos resultados do treinamento

Esta norma pode ser aplicada para interpretar referências à "educação" e ao "treinamento" nas normas das famílias NBR ISO 9000 e 14000. Tem como objetivos aumentar a produtividade, o desempenho, as vendas, o lucro, o retorno do investimento. Além de buscar a redução de custos, desperdícios, acidentes e rotatividade do pessoal.

A norma ISO 10015 fornece diretrizes que auxiliam as organizações na identificação e análise das necessidades de treinamento, no projeto e planejamento instrucional, na execução e avaliação dos resultados do treinamento, além de monitorar e melhorar o processo de aprendizagem. A norma tem como característica essencial a exigência de que o treinamento tenha por base princípios pedagógicos, pois oferece orientação centrada na tecnologia do treinamento e na aprendizagem organizacional.

Neste contexto, a metodologia *i-blended* busca preencher a carência por metodologias que apoiem o projeto de módulos de aprendizagem utilizados no treinamento teórico e prático em ambientes de *e-learning*. Como observado na Figura 5.2 a metodologia *i-blended* se associa à Norma ISO 10015 no estágio de projeto e planejamento oferecendo processos de levantamento de requisitos do treinamento (objetivos, categoria, tarefa e conteúdo) e de requisitos do operador (estilo de aprendizagem e domínios do conhecimento).

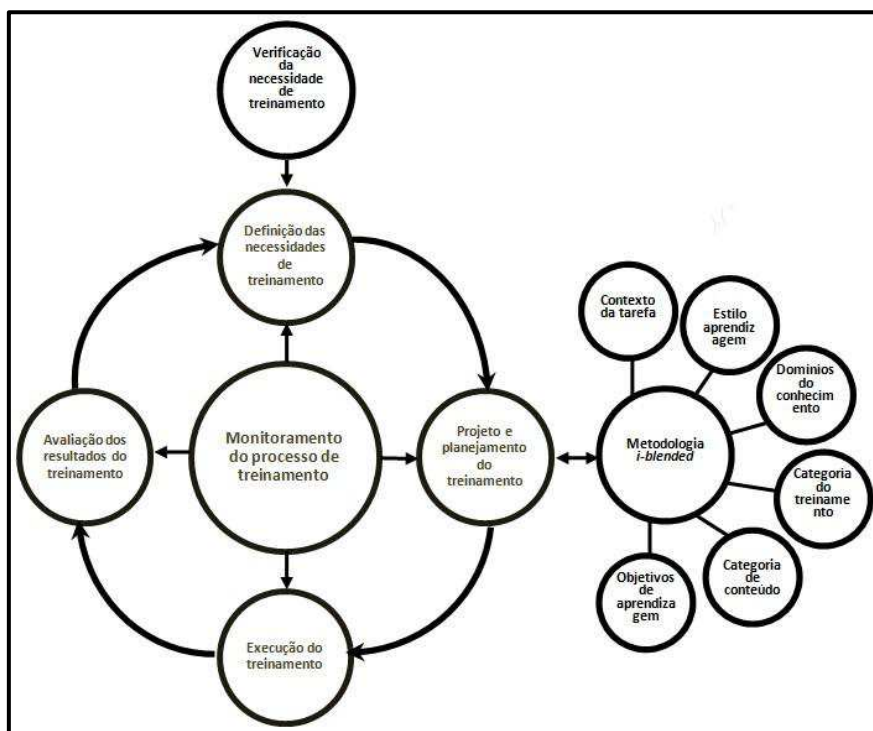


Figura 5.2: Metodologia *i-blended* associada à Norma ISO 10015

Como resultado da aplicação da metodologia *i-blended* é gerada a matriz de projeto instrucional de um ou mais módulos de aprendizagem contextualizados ao treinamento teórico-prático de operadores de sistemas elétricos. O projeto instrucional representa um conjunto de recomendações de estratégias instrucionais, especificação de recursos de suporte e seleção de tecnologias computacionais que operacionalizam as experiências de aprendizagem. Têm-se o objetivo de atender os requisitos do treinamento e dos operadores e obter níveis consideráveis de desempenho na aprendizagem.

5.2 Etapas para Aplicação da Metodologia *i-blended*

Sequencialmente, a metodologia *i-blended* realiza a modelagem do perfil do operador, a modelagem da tarefa que será treinada, a filtragem de estratégias, a recomendação de modelos para módulos de aprendizagem e como resultado final apoia a construção da matriz de projeto instrucional. Nas seções a seguir a metodologia *i-blended* é descrita em detalhes.

5.2.1 Etapa 1: Modelagem do perfil do operador

Esta etapa realiza a **modelagem do perfil do operador** usando como *template* um formulário eletrônico que permite obter informações sobre os treinamentos realizados, experiência profissional e o estilo de aprendizagem preferido. As informações obtidas com uso do

formulário combinam dados de identificação do treinamento (provenientes de documentos da CHESF), informações acerca dos treinamentos já realizados (modelo adaptado dos trabalhos de Turnell (2004) e Moreale (2007)). Em sua última parte, o formulário fornece um questionário que objetiva definir o estilo de aprendizagem do operador, seguindo o modelo de Felder & Silverman (1988).

O resultado principal da aplicação deste formulário é a definição do perfil do operador e seus estilos de aprendizagem preferidos. Estas informações são utilizadas como referência para realizar a **primeira filtragem** de estratégias instrucionais. Neste processo utiliza-se a matriz representada no Quadro 5.1, para, de acordo com o estilo de aprendizagem, filtrar quais estratégias são recomendadas para cada dimensão. As estratégias selecionadas são agrupadas e registradas no campo **Estratégias por Estilo de Aprendizagem** na matriz de projeto instrucional.

Quadro 5.1: Relação entre estratégias instrucionais e estilos de aprendizagem

MATRIZ DE FILTRAGEM DE ESTRATÉGIAS INSTRUCIONAIS												
ESTILOS DE APRENDIZAGEM (Felder & Silverman)												
	Estratégias de integração assíncronas práticas – E1	Estratégias de integração assíncronas teóricas – E2	Estratégias de integração síncronas práticas – E3	Estratégias de integração síncronas teóricas – E4	Estratégias dialógicas síncronas práticas – E5	Estratégias dialógicas síncronas teóricas – E6	Estratégias dialógicas assíncronas práticas – E7	Estratégias dialógicas assíncronas teóricas – E8	Estratégias exploratórias assíncronas práticas – E9	Estratégias exploratórias assíncronas teóricas – E10	Estratégias exploratórias síncronas práticas – E11	Estratégias exploratórias síncronas teóricas – E12
Ativo	Ø	Ø	√	√	√	√	Ø	Ø	Ø	Ø	√	√
Reflexivo	√	√	Ø	Ø	Ø	Ø	√	√	√	√	Ø	Ø
Sensitivo	√	Ø	√	Ø	√	Ø	√	Ø	√	Ø	√	Ø
Intuitivo	Ø	√	√	Ø	√	Ø	Ø	√	Ø	√	√	Ø
Verbal	Ø	Ø	√	√	√	√	Ø	Ø	Ø	Ø	√	√
Visual	√	√	Ø	Ø	Ø	Ø	√	√	√	√	Ø	Ø
Sequencial	√	√	Ø	Ø	Ø	Ø	√	√	√	√	Ø	Ø
Global	Ø	Ø	√	√	√	√	Ø	Ø	Ø	Ø	√	√

Legenda: Ø – não recomendada √ - recomendada

Em ambientes de *e-learning* é fundamental obter informações do perfil dos usuários para a correta seleção de estratégias instrucionais. Na metodologia *i-blended*, este perfil é determinado pela aplicação do formulário ilustrado na Figura 5.3.

Nas próximas etapas de aplicação da metodologia *i-blended*, onde são realizadas filtrações de estratégias considerando os critérios de *domínios do conhecimento*, *contexto da tarefa*, *categoria de conteúdo* e *categoria de treinamento*, serão desconsideradas aquelas estratégias

que não correspondam ao estilo de aprendizagem do operador. David Kolb (1984) trabalhou a hipótese de que o processo de ensino e aprendizagem se torna mais eficiente quando a transmissão da informação acontece por meio de métodos e modos pelos quais os operadores preferem recebê-la, ou seja, quando seu estilo é satisfeito.

Identificação do Treinamento						
Identificação do treinamento:	Área:	Processo:	Código:	Tempo de duração:		
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>		
Modelagem do Perfil do Operador						
Nome do operador: <input type="text"/>	Formação: <input type="checkbox"/> Ensino técnico <input type="checkbox"/> Ensino médio <input type="checkbox"/> Especialização <input type="checkbox"/> Graduação <input type="checkbox"/> Mestrado <input type="checkbox"/> Doutorado	Experiência profissional: <input type="checkbox"/> Nenhuma <input type="checkbox"/> Menos de um ano <input type="checkbox"/> Entre um e sete anos <input type="checkbox"/> Entre sete e doze anos <input type="checkbox"/> Entre doze e quinze anos <input type="checkbox"/> Mais de 15 anos	Cargo atual: <input type="checkbox"/> Operador de instalação <input type="checkbox"/> Operador de subestação <input type="checkbox"/> Supervisor de operação <input type="checkbox"/> Técnico de subestação <input type="checkbox"/> Técnico de operação e manutenção <input type="checkbox"/> Técnico de instrumentação	Idade do operador: <input type="text"/>		
Turno de trabalho: <input type="checkbox"/> Manhã <input type="checkbox"/> Tarde <input type="checkbox"/> Noite <input type="checkbox"/> Madrugada						
Treinamentos Realizados pelo Operador						
Assuntos de distribuição: <input type="checkbox"/> Nenhum <input type="checkbox"/> Teórico <input type="checkbox"/> Prático <input type="checkbox"/> Teórico/Prático <input type="checkbox"/> Pleno	Assuntos de transmissão: <input type="checkbox"/> Nenhum <input type="checkbox"/> Teórico <input type="checkbox"/> Prático <input type="checkbox"/> Teórico/Prático <input type="checkbox"/> Pleno	Assuntos de geração: <input type="checkbox"/> Nenhum <input type="checkbox"/> Teórico <input type="checkbox"/> Prático <input type="checkbox"/> Teórico/Prático <input type="checkbox"/> Pleno	Assuntos de normatização: <input type="checkbox"/> Nenhum <input type="checkbox"/> Teórico <input type="checkbox"/> Prático <input type="checkbox"/> Teórico/Prático <input type="checkbox"/> Pleno	Assuntos de recomposição: <input type="checkbox"/> Nenhum <input type="checkbox"/> Teórico <input type="checkbox"/> Prático <input type="checkbox"/> Teórico/Prático <input type="checkbox"/> Pleno	Assuntos de perturbação: <input type="checkbox"/> Nenhum <input type="checkbox"/> Teórico <input type="checkbox"/> Prático <input type="checkbox"/> Teórico/Prático <input type="checkbox"/> Pleno	
Assuntos de segurança: <input type="checkbox"/> Nenhum <input type="checkbox"/> Teórico <input type="checkbox"/> Prático <input type="checkbox"/> Teórico/Prático <input type="checkbox"/> Pleno	Assuntos de informática: <input type="checkbox"/> Nenhum <input type="checkbox"/> Teórico <input type="checkbox"/> Prático <input type="checkbox"/> Teórico/Prático <input type="checkbox"/> Pleno	Assuntos de pré-operação: <input type="checkbox"/> Nenhum <input type="checkbox"/> Teórico <input type="checkbox"/> Prático <input type="checkbox"/> Teórico/Prático <input type="checkbox"/> Pleno	Assuntos de pós-operação: <input type="checkbox"/> Nenhum <input type="checkbox"/> Teórico <input type="checkbox"/> Prático <input type="checkbox"/> Teórico/Prático <input type="checkbox"/> Pleno	Assuntos de operação em tempo real: <input type="checkbox"/> Nenhum <input type="checkbox"/> Teórico <input type="checkbox"/> Prático <input type="checkbox"/> Teórico/Prático <input type="checkbox"/> Pleno	Observações: <input type="text"/> C. horária capacitação: <input type="text"/>	
Estilos de Aprendizagem do Operador						
Percepção da informação - Que tipo de informação o operador tem preferência? <input type="checkbox"/> Sensitivos - Imagens, sons, sensações físicas. <input type="checkbox"/> Intuitivos - Ideias, possibilidades, opiniões.						
Retenção da informação - Qual canal sensorial a informação externa é mais efetivamente percebida? <input type="checkbox"/> Visuais - Diagramas, imagens, gráficos ou demonstrações. <input type="checkbox"/> Verbais - Sons, diálogos ou narrações.						
Processamento da informação - Como o operador prefere processar a informação? <input type="checkbox"/> Ativos - Engajado em atividades teóricas, práticas e de discussão. <input type="checkbox"/> Reflexivos - Análise, observação, descrição do conhecimento e experiências adquiridas.						
Compreensão da informação - Como o operador prefere executar as experiências de aprendizagem? <input type="checkbox"/> Sequencialmente - Em etapas contínuas. <input type="checkbox"/> Globalmente - Em grandes saltos descontinuados.						
Imprimir		Cancelar		Atualizar	Gravar	Novo

Figura 5.3: Formulário de modelagem do perfil do operador

No treinamento executado em ambientes de *e-learning* as observações apresentadas em Kolb (1984) são aliadas poderosas, pois as preferências individuais de aprendizagem norteiam as

decisões durante o planejamento das experiências de aprendizagem, exigindo a flexibilidade de atividades, diversidade de ferramentas de interação, contextualização dos conteúdos e ambientes e formatos personalizados de avaliação de aprendizagem teórica e desempenho prático.

5.2.2 Etapa 2: Modelagem da tarefa

Esta etapa executa a **modelagem da tarefa**, que segundo Winckler & Pimenta (2014), tem enfoque na descrição de objetivos, ações e um conjunto de passos envolvidos na sua realização. Nesta pesquisa adotou-se a metodologia de análise cognitiva da tarefa apresentada por Clark (2006), que objetiva identificar capacidades cognitivas ou demandas mentais necessárias à execução de uma tarefa de maneira proficiente.

A matriz representada no Quadro 5.2 relaciona os objetivos de aprendizagem nos domínios do conhecimento (cognitivo, perceptivo, psicomotor e comunicação) e objetivos de treinamento no contexto da tarefa (tipo, ambiente e situação), para a seleção de estratégias instrucionais recomendadas ao treinamento teórico e prático de operadores.

Quadro 5.2: Relação entre estratégias, domínio do conhecimento e o contexto da tarefa

MATRIZ DE FILTRAGEM DE ESTRATÉGIAS INSTRUIONAIS																																						
DOMÍNIO DO CONHECIMENTO															CONTEXTO DA TAREFA (LIHM)																							
CLASSES DE ESTRATÉGIAS	Cognitivo (Bloom)					Perceptivo (Berliner)				Psicomotor (Harrow)			Comunicação (Berliner)			Tipo de Tarefa				Ambiente			Situação da Tarefa															
	Conhecer	Entender	Aplicar	Analisar	Avaliar	Propor	Inspeccionar	Observar	Monitorar	Detectar	Identificar	Habilidades Motoras	Movimento Involuntário	Movimento Fundamental	Movimento Qualificado	Requisitar	Informar	Receber	Responder	Registrar	Comandar	Simples	Complexa	Frequente	Ocasional	Programada	Emergência	Planta da Subestação	Armários e painéis	Sistema Supervisório	Normal	Anormal	Crítica	Normatização	Perturbação	Recomposição		
E1	√	√	√	√	√	∅	√	√	√	√	√	√	√	√	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	√	∅	∅	∅	√	√	∅	∅	∅
E2	√	√	∅	√	√	∅	√	√	√	√	√	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	√	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅
E3	∅	∅	√	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	∅	√	√	√	√	√
E4	∅	∅	∅	∅	∅	√	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	∅	√	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅
E5	∅	∅	√	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	∅	√	√	√	√	√
E6	∅	∅	∅	∅	∅	√	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	∅	√	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅
E7	√	√	√	√	√	∅	√	√	√	√	√	√	√	√	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	√	∅	∅	∅	√	√	∅	∅	∅	
E8	√	√	∅	√	√	∅	√	√	√	√	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	√	∅	∅	∅	∅	
E9	√	√	√	√	√	∅	√	√	√	√	√	√	√	√	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	√	√	∅	∅	∅	
E10	√	√	∅	√	√	∅	√	√	√	√	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	√	∅	∅	∅	√	∅	∅	∅	∅	
E11	∅	∅	√	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	∅	√	√	√	√	√	
E12	∅	∅	∅	∅	∅	√	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	∅	√	∅	∅	∅	∅	∅	√	∅	∅	∅	∅	

Legenda: ∅ = não recomendada √ = recomendada E_n = Estratégia instrucional

Estratégias de integração assíncronas práticas – E1, Estratégias de integração assíncronas teóricas – E2, Estratégias de integração síncronas práticas – E3, Estratégias de integração síncronas teóricas – E4, Estratégias dialógicas síncronas práticas – E5, Estratégias dialógicas síncronas teóricas – E6, Estratégias dialógicas assíncronas práticas – E7, Estratégias dialógicas assíncronas teóricas – E8, Estratégias exploratórias assíncronas práticas – E9, Estratégias exploratórias assíncronas teóricas – 10, Estratégias exploratórias síncronas práticas – E11, Estratégias exploratórias síncronas teóricas – E12.

normativos e auxilia na obtenção destas informações de especialistas. Este *template* foi formalizado com base no modelo SRK de Rasmussen (1976), em modelos usados em normativas da CHESF (2012) e nos princípios do método MCIE proposto em Turnell (2004).

Como produtos desta etapa obtém-se a descrição dos procedimentos que compõem a tarefa, a verificação das exigências cognitivas de treinamento, a definição das categorias de conteúdo e treinamento, a especificação dos objetivos de aprendizagem e dos critérios de avaliação e desempenho.

As informações obtidas na modelagem da tarefa tem origem em documentos normativos da operação ou pela experiência de operadores e supervisores de operação. O *template* representado na Figura 5.4, orienta os projetistas instrucionais no processo de mapear a tarefa prescrita em normativas ou auxilia na obtenção destas informações de especialistas. Este *template* foi formalizado com base no modelo *SRK* de Rasmussen (1976). Este modelo decompõe a atividade humana em três tipos de comportamento baseados em critérios específicos:

- **Em habilidades (*Skill*):** considerado o nível elementar de atividade cognitiva, abrange as habilidades sensório-motoras, permite a execução de trabalhos rotineiros com um baixo nível de atenção. Com a repetição de exercícios o operador adquire a capacidade de realizar uma tarefa, por vezes complexa, de modo automático (p.ex. operar um equipamento). Estes automatismos aplicam-se à maior parte das tarefas do operador.
- **Em regras (*Rules*):** caracteriza-se pela utilização de procedimentos, de normas e padrões memorizados para controlar intencionalmente a sequência de tarefas respeitando regras estabelecidas. Regras são adquiridas empiricamente ou prescritas por outro indivíduo. É particularmente frequente na gestão de tarefas complexas ou raras, onde é exigido um nível de compreensão mais elevado do que as atividades rotineiras. De modo geral, há uma relação entre os níveis de desempenho na execução da tarefa com a experiência adquirida em cenários similares.

Análise Cognitiva da Tarefa – (Rasmussen) & (Chesf) & (Turnell)		- □ X		
Descrição Hierárquica da Tarefa: Principais e secundárias		Exigências Cognitivas		
		Habilidade	Regra	Conhecimento
1. Silenciar alarmes e registrar a ocorrência		√	∅	√
2. Identificar status do desligamento.		∅	∅	√
3. Informar o OPS em até 01 minuto.		√	√	√
4. Preencher formulários.		√	∅	√
5. Inspeccionar local da ocorrência.		√	√	√
6. Informar situação ao OPS em até 10 minutos.		√	√	√
7. Autorizar OPI isolar o transformador.		√	√	√
8. Informar ao SLOG a ocorrência.		√	√	√
9.		√	√	√
10.		√	√	∅
Legenda: ∅ = não se aplica √ = aplicável				
Configuração do Ambiente de Treinamento	Ambiente Virtual:		Ambiente da Planta:	
	Multimídia, animações, atividades, avaliações, simulador		Armários e painéis.	
Comportamento Baseado em Habilidades	Ação Executada:		Padrão Sensorial/Motor da Habilidade:	
	Identificação de sinais e alarmes		Audição e visão.	
Comportamento Baseado em Regras	Identificação de Regra:	Relação Regra/Tarefa:	Tipo de Regra: (In) Flexível, Semiflexível:	
	Tempo de 01 minuto para	Relação direta	Inflexível	
Comportamento Baseado em Conhecimento	Domínios do Conhecimento:	Contexto da Tarefa:	Critérios de Desempenho:	
	Identificar, Comunicar,	Crítica	Rapidez, habilidades,	
Especificação do (s) objetivo (s) de aprendizagem:				
Perfil do Operador:	Comportamento Esperado:	Condições Técnicas:	Critérios de Avaliação:	Modo de Execução:
Operador de tempo real	Rapidez, habilidades, conhecimento e comunicação	Instalação com	Desempenho e rapidez.	O – Individual O – Em dupla O – Em grupo
Identifique e descreva a categoria de conteúdo que será tratado no treinamento:				
Fato:	Conceito:	Princípio:	Procedimento:	Processo:
			Identificar e atuar.	
Identifique a categoria de treinamento que será abordada:				
Contingências e Reenergização.				
Declaração do(s) objetivo (s) de aprendizagem: Após a experiência de aprendizagem, os operadores deverão ser capazes de:				
Executar a tarefa corretamente, dentro do limite de tempo previsto e utilizar a fraseologia correta na comunicação.				
<input type="button" value="Imprimir"/> <input type="button" value="Cancelar"/> <input type="button" value="Atualizar"/> <input type="button" value="Gravar"/> <input type="button" value="Novo"/>				

Figura 5.4: Formulário para análise cognitiva da tarefa

- **Em conhecimentos (*Knowledge*):** surge em situações completamente novas, utilizado para criar alternativas para a resolução de problemas nos quais o operador identifica os objetivos a alcançar e a estratégia a seguir. Este processo necessita de uma

representação cognitiva do sistema a partir de princípios já adquiridos e transferíveis, bem como de uma avaliação antecipada do resultado. Requer, por vezes, a produção de soluções originais, sendo por isso atividades mais lentas e fortemente consumidoras de recursos.

Estas informações são utilizadas como referência para realizar a **segunda filtragem** de estratégias instrucionais. Para tanto, utiliza-se a matriz apresentada no Quadro 5.3, e de acordo com os domínios do conhecimento e contexto da tarefa, definem-se quais estratégias são recomendadas para cada objetivo de aprendizagem. As estratégias selecionadas são agrupadas e gravadas no campo **Estratégias por Objetivos de Aprendizagem** na matriz de projeto instrucional.

Com a definição da **categoria de conteúdo** é realizada a **terceira filtragem** de estratégias instrucionais utilizando a matriz apresentada no Quadro 5.3.

Quadro 5.3: Relação entre estratégias instrucionais e as categorias de conteúdo

MATRIZ DE FILTRAGEM DE ESTRATÉGIAS INSTRUCIONAIS												
CATEGORIA DE CONTEÚDO (Clark & Mayer)	CATEGORIAS DE CONTEÚDO											
	Estratégias de integração assíncronas práticas – E1	Estratégias de integração assíncronas teóricas – E2	Estratégias de integração síncronas práticas – E3	Estratégias de integração síncronas teóricas – E4	Estratégias dialógicas síncronas práticas – E5	Estratégias dialógicas síncronas teóricas – E6	Estratégias dialógicas assíncronas práticas – E7	Estratégias dialógicas assíncronas teóricas – E8	Estratégias exploratórias assíncronas práticas – E9	Estratégias exploratórias assíncronas teóricas – E10	Estratégias exploratórias síncronas práticas – E11	Estratégias exploratórias síncronas teóricas – E12
Fato	Ø	√	Ø	√	Ø	√	Ø	√	Ø	√	Ø	√
Conceito	Ø	√	Ø	√	Ø	√	Ø	√	Ø	√	Ø	√
Princípio	Ø	√	Ø	√	Ø	√	Ø	√	Ø	√	Ø	√
Processo	√	Ø	√	Ø	√	Ø	√	Ø	√	Ø	√	Ø
Procedimento	√	Ø	√	Ø	√	Ø	√	Ø	√	Ø	√	Ø

Legenda: Ø = não recomendada √ = recomendada

As recomendações de estratégias instrucionais são agrupadas e gravadas no campo **Estratégias por Categoria de Conteúdo**, na matriz de projeto instrucional.

Com a definição da **categoria de treinamento** realiza-se a **quarta filtragem** de estratégias utilizando a matriz apresentada no Quadro 5.4. As recomendações de estratégias instrucionais são agrupadas e gravadas no campo **Estratégias por Categoria de Treinamento**, na matriz de projeto instrucional. Com esta etapa concluída, o projetista instrucional tem em mãos um conjunto de estratégias selecionadas, sobre as quais é aplicado um processo de exclusão das estratégias redundantes ou não adequadas ao estilo de aprendizagem do operador.

Quadro 5.4: Relação entre estratégias instrucionais e categorias de treinamento

MATRIZ DE FILTRAGEM DE ESTRATÉGIAS INSTRUCIONAIS												
CATEGORIAS DE TREINAMENTO (ONS)	ESTRATÉGIAS INSTRUCIONAIS											
	Estratégias de integração assíncronas práticas – E1	Estratégias de integração assíncronas teóricas – E2	Estratégias de integração síncronas práticas- E3	Estratégias de integração síncronas teóricas – E4	Estratégias dialógicas síncronas práticas – E5	Estratégias dialógicas síncronas teóricas – E6	Estratégias dialógicas assíncronas práticas – E7	Estratégias dialógicas assíncronas teóricas - E8	Estratégias exploratórias assíncronas práticas – E9	Estratégias exploratórias assíncronas teóricas – E10	Estratégias exploratórias síncronas práticas – E11	Estratégias exploratórias síncronas teóricas – E12
Comportamento e Comunicação	Ø	Ø	√	√	√	√	Ø	Ø	Ø	Ø	√	√
Contingências e Reenergização	√	Ø	√	Ø	√	Ø	√	Ø	√	Ø	√	Ø
Equipamentos da Subestação	Ø	Ø	√	√	√	√	Ø	Ø	Ø	Ø	√	√
Esquemas Esp. e Proc. Operacionais	√	Ø	√	Ø	√	Ø	√	Ø	√	Ø	√	Ø
Instruções de Operação	Ø	√	Ø	√	Ø	√	Ø	√	Ø	√	Ø	√
Instruções Normativas	Ø	√	Ø	√	Ø	√	Ø	√	Ø	√	Ø	√
Normas de Operação	Ø	√	Ø	√	Ø	√	Ø	√	Ø	√	Ø	√
Operação Normal e Manobras	√	Ø	√	Ø	√	Ø	√	Ø	√	Ø	√	Ø
Prática Operacional	√	Ø	√	Ø	√	Ø	√	Ø	√	Ø	√	Ø
Prontidão de Emergência	√	Ø	√	Ø	√	Ø	√	Ø	√	Ø	√	Ø
Proteção de Subestações	Ø	Ø	√	√	√	√	Ø	Ø	Ø	Ø	√	√
Segurança no Trabalho	Ø	Ø	√	√	√	√	Ø	Ø	Ø	Ø	√	√
Sistemas de Informática	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
Supervisão e Medição	Ø	√	Ø	√	Ø	√	Ø	√	Ø	√	Ø	√

Legenda: Ø = não recomendada √ = recomendada

As estratégias resultantes serão usadas para filtrar e recomendar os modelos para módulos de aprendizagem na próxima etapa de aplicação da metodologia *i-blended*.

5.2.3 Etapa 3 – Recomendação de modelos para módulos de aprendizagem

Na matriz apresentada no Quadro 5.6, representam-se a relação entre estratégias de aprendizagem e módulos de aprendizagem adaptáveis aos múltiplos cenários de instrução teórica instanciáveis em ambientes de *e-learning*. Somam-se a estes cenários, toda uma gama de possibilidades de treinamento prático oferecidas por sistemas especialistas como os simuladores e laboratórios virtuais.

Nesta etapa, a experiência dos projetistas instrucionais é decisiva para a seleção correta de módulos de aprendizagem, formatados pela aplicação eficiente de estratégias, recursos e ferramentas que melhor se adéquam ao estilo do operador e objetivo de aprendizagem e de treinamento desejados. Assim, a instanciação dos módulos de aprendizagem deve ficar a cargo dos instrutores e projetistas, capazes de considerar a especificidade da situação instrucional neste processo.

Quadro 5.5: Relação entre estratégias instrucionais e modelos de módulos de aprendizagem

MATRIZ DE RECOMENDAÇÃO DE MODELOS DE MÓDULOS DE APRENDIZAGEM												
ESTRATÉGIAS INSTRUCIONAIS												
MÓDULOS DE APRENDIZAGEM	Estratégias de integração assíncronas práticas – E1	Estratégias de integração assíncronas teóricas – E2	Estratégias de integração síncronas práticas – E3	Estratégias de integração síncronas teóricas – E4	Estratégias dialógicas síncronas práticas – E5	Estratégias dialógicas síncronas teóricas – E6	Estratégias dialógicas assíncronas práticas – E7	Estratégias dialógicas assíncronas teóricas – E8	Estratégias exploratórias assíncronas práticas – E9	Estratégias exploratórias assíncronas teóricas – E10	Estratégias exploratórias síncronas práticas – E11	Estratégias exploratórias síncronas teóricas – E12
T1	Ø	√	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	√	Ø	Ø
T2	√	√	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	√	√	Ø	Ø
T3	Ø	√	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	√	Ø	Ø
T4	Ø	Ø	Ø	√	Ø	√	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	√
T5	Ø	Ø	Ø	√	Ø	√	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	√
T6	Ø	Ø	√	√	√	√	Ø	Ø	Ø	Ø	√	√
T7	√	√	Ø	Ø	Ø	Ø	√	√	√	√	Ø	Ø
T8	Ø	Ø	√	√	√	√	Ø	Ø	Ø	Ø	√	√
P1	√	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	√	Ø	√	Ø	Ø	Ø
P2	√	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	√	Ø	√	Ø	Ø	Ø
P3	√	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	√	Ø	√	Ø	Ø	Ø
P4	Ø	Ø	√	Ø	√	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	√	Ø
P5	Ø	Ø	√	Ø	√	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	√	Ø
P6	Ø	Ø	√	Ø	√	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	√	Ø
P7	√	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	√	Ø	Ø	Ø
P8	Ø	Ø	√	Ø	√	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	√	Ø

Legenda: Ø = não recomendada √ = recomendada
T_n = Módulo de aprendizagem teórico - *P_n* = Módulo de aprendizagem prático

5.2.4 Etapa 4 – Construção da matriz de projeto instrucional

Nesta etapa os módulos de aprendizagem são formatados na matriz de projeto instrucional (ilustrada na Figura 5.5). Neste documento são descritas em detalhes as estratégias instrucionais adotadas, as atividades teóricas, as atividades práticas, as atividades de interação e as atividades de avaliação recomendadas aos objetivos de aprendizagem. A matriz de projeto instrucional é utilizada pelos profissionais da equipe de desenvolvimento (conteúdistas, designers, programadores, etc.) como referência para planejar e construir a interface, a navegação, a interação, o suporte e o comportamento do módulo de aprendizagem.

Considerando a complexidade que norteia os processos de especificação, construção e gestão de artefatos instrucionais para *e-learning*, a incorporação de uma metodologia que agregue o

máximo de informações pertinentes ao contexto e forneça ao projetista recomendações de possíveis características e elementos para a instrução, contribuirá para a oferta de soluções personalizadas e específicas aos contexto do usuário e da tarefa.

Matriz de Projeto Instrucional						- □ X
Definição de Metadados:						
Categoria de treinamento:		Categoria de conteúdo:		Autor do conteúdo:		
<input type="text"/>		<input type="text"/>		<input type="text"/>		
Perfil do Operador:		Objetivo de aprendizagem:		Estilo de aprendizagem:		
<input type="text"/>		<input type="text"/>		<input type="text"/>		
Nível de dificuldade:		Avaliação do instrutor (0 a 10):		Avaliação do operador (0 a 10):		
<input type="text"/>		<input type="text"/>		<input type="text"/>		
Mapa de Estratégias definido por:						
Estilo de aprendizagem:		Objetivos de aprendizagem:		Categoria de conteúdo:		Categoria de treinamento:
<input type="text"/>		<input type="text"/>		<input type="text"/>		<input type="text"/>
Identificação de objetos de aprendizagem utilizados no projeto instrucional:						
<input type="text"/>						
Identificação da estratégia principal	Identificação de estratégias secundárias	Descrição de atividades teóricas, práticas, de interação e avaliação.		Recursos e ferramentas	Critérios de avaliação	C/H
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>		<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Descrição do Percorso Instrucional:						
<input type="text"/>						
<input type="button" value="Imprimir"/> <input type="button" value="Cancelar"/> <input type="button" value="Atualizar"/> <input type="button" value="Gravar"/>						

Figura 5.5: *Template* da matriz de projeto instrucional

A adoção de um processo de filtragens permite adequar ao operador as estratégias e recursos instrucionais que melhor atendam às suas necessidades de construção de competências e de desenvolvimento de habilidades ou ainda, a modificação de atitudes. A aplicação da metodologia *i-blended* e a concepção da matriz de projeto instrucional aumentam significativamente as chances de recomendar módulos de aprendizagem que forneçam subsídios suficientes para o treinamento teórico e prático eficiente em ambientes de *e-learning*.

A seleção de estratégias instrucionais específicas ao estilo de aprendizagem do operador permite aos projetistas instrucionais organizar a instrução com abordagens e mecanismos que trabalhem as diferentes competências e habilidades necessárias à tarefa, melhorando a percepção para os elementos que são o foco da instrução. Isto ocorre quando são ofertados aos operadores módulos de aprendizagem em conformidade com suas necessidades e preferências.

Especificamente, a metodologia *i-blended* se baseia nos conceitos empregados nos sistemas de recomendação de produtos, utilizando técnicas de filtragem da informação com base em requisitos e especificações existentes em roteiros de tarefas de treinamento e em informações obtidas durante a formatação de novas experiências de aprendizagem. A abordagem da metodologia *i-blended* é voltada a obtenção de informações a partir de filtragens sucessivas realizadas visando a construção da matriz de projeto instrucional de módulos de aprendizagem.

5.3 Aplicação e validação da metodologia *i-blended*

Nesta seção é apresentada a aplicação da metodologia *i-blended*. Neste contexto realizou-se o mapeamento de cenários de treinamento a partir da análise de roteiros de eventos simulados utilizados pela coordenação de treinamento da CHESF para orientar a criação de experiências de aprendizagem durante a capacitação de operadores de sistemas e instalações. Estes documentos definem objetivos de aprendizagem, configuração dos cenários, de equipamentos e instalações, além de roteiros para preparação e execução dos cenários de treinamento.

As informações existentes nestes documentos representam uma fonte confiável e adequada aos propósitos de aplicação da metodologia *i-blended*. A metodologia é executada na forma de um passo a passo e segue uma série de etapas sequenciais. As informações obtidas são usadas para a filtragem de estratégias e recomendação de modelos para módulos de aprendizagem.

5.3.1 Definição do perfil e estilo de aprendizagem dos operadores

O modelo de estilos de aprendizagem proposto por Felder e Silverman (1988) é avaliado por meio do questionário ILS Felder-Soloman (*Index of Learning Styles Questionnaire*). O ILS é um questionário individual, em uma escala dicotômica (dividida em dois termos) composto de 44 afirmativas incompletas, cabendo ao operador completá-las optando entre as duas alternativas apresentadas (a ou b).

Cada uma das quatro dimensões de estilo é avaliada por 11 itens e as opções de resposta (a ou b) revelam as características distintas dos estilos que compõem a dimensão. Esse questionário define uma nota numa escala bipolar de 11 pontos para cada estilo como pode ser visto no Quadro 5.6. Existem três faixas de intensidade de preferência para cada estilo:

- A intensidade entre 1 e 3 indica preferência leve entre os dois extremos do estilo.

- A intensidade entre 5 e 7 indica preferência moderada no estilo.
- A intensidade entre 9 e 11 indica preferência forte no estilo.

O estilo de aprendizagem pode ser definido em relação a quatro dimensões distintas:

- **Dimensão de Percepção:** Qual tipo de informação o operador prefere receber?
- **Dimensão de Retenção:** Qual tipo de informação sensorial é efetivamente percebida?
- **Dimensão de Processamento:** Como o operador prefere processar a informação?
- **Dimensão de Compreensão:** Qual organização da informação é mais valorizada?

Quadro 5.6: Estilos de aprendizagem do modelo de Felder & Silverman (1988)

	Dimensão	
Sensitivo	← Percepção →	Intuitivo
Visual	← Retenção →	Verbal
Ativo	← Processamento →	Reflexivo
Sequencial	← Compreensão →	Global
11 9 7 5 3 1 ←→ 1 3 5 7 9 11		
Intensidade		

Desta forma, o modelo de Felder & Silverman diferencia os grupos que gostam de lidar com a informação pela experimentação ou pela observação, são os *Ativos* e *Reflexivos*. Aqueles que têm mais facilidade de aprender por observação ou por reflexão, são os *Sensitivos* e *Intuitivos*. Existem aqueles que preferem aprender através de informações gráficas, ou escritas e faladas, são os *Visuais* e *Verbais*. Tem-se aqueles que preferem a instrução disposta de modo ordenado, indo progressivamente do específico para o geral, ou aqueles que aprendem mais facilmente de forma aleatória, quando o assunto é apresentado do geral para o específico, são os *Sequenciais* e *Globais*.

- Na **dimensão da percepção** os operadores com estilo *sensitivo* são práticos e preferem lidar com situações concretas de trabalho, dados e experimentação em laboratórios, gostam de aprender fatos, resolver problemas com métodos bem estabelecidos, sem complicações e surpresas, são detalhistas, memorizam procedimentos e fatos com facilidade. Estratégias de aprendizagem associadas a este estilo estão as apresentações, leituras, atividades de resolução de problemas e questionários.
- Por outro lado, os operadores com estilo *intuitivo* são conceituais e inovadores, preferem descobrir possibilidades e relações, direcionam mais as atenções para as teorias e significados, sentem-se mais confortáveis em lidar com novos conceitos e não gostam de repetições, abstrações e fórmulas matemáticas. São ágeis em suas atividades, impacientes com detalhes e aprecia resolver problemas novos. Estratégias de aprendizagem associadas

a este estilo estão os painéis de discussão, jogos educacionais, leituras, simulações, jogos de papeis e estudos de caso.

- Na **dimensão da retenção** de informações os operadores com estilo *visual* memorizam mais facilmente a informação por meio de leituras ilustradas com figuras ou desenhos, diagramas, fluxogramas, filmes, esboços, esquemas, gráficos, mapas e demonstrações. Estratégias de aprendizagem associadas a este estilo estão as apresentações, leituras, videoaulas, jogos educacionais e simulações.
- Por sua vez, os operadores com estilo *verbal* tira maior proveito das palavras faladas, explicações orais ou escritas, recordando com maior facilidade as informações que leem e escutam. Estratégias de aprendizagem associadas a este estilo estão os painéis de discussão, leituras, *brainstorming*, videoaulas, questionários e videoconferência.
- Na **dimensão do processamento** os operadores com estilo *ativo* aprendem por meio da experiência, processam melhor a informação enquanto executam alguma atividade, tendem a reter e compreender informações mais eficientemente quando discute pontos de vistas distintos, não aprende em situações que exigem passividade, gostam de aplicar conceitos ou explicar para outras pessoas. Gostam de participar de trabalhos em equipe. Estratégias de aprendizagem associadas a este estilo estão os jogos educacionais, leituras, simulações, resolução de problemas, jogos de papeis, painel de discussão, desenvolvimento de projetos e *brainstorming*.
- Já os operadores com estilo *reflexivo* aprendem internalizando as informações ouvidas ou assistidas, necessitando de um tempo para pensar sobre os esclarecimentos recebidos, demoram a iniciar as atividades e preferem os trabalhos individuais e teóricos. Estratégias de aprendizagem associadas a este estilo estão as apresentações, leituras, estudos de caso, questionários.
- Na **dimensão da compreensão** os operadores com estilo *sequencial* tendem a seguir uma linha ou sequência para a solução de um problema, são organizados, aprendem mais facilmente os conteúdos apresentados de forma linear e progressiva, possui tendência a seguir caminhos de maneira lógica, desde o início, são bons em convergir pensamentos e análises. Estratégias de aprendizagem associadas a este estilo estão as apresentações, leituras, questionários, resolução de problemas e tutoriais.
- Os operadores com estilo *global* aprendem quase que aleatoriamente em grandes saltos, absorvendo o conhecimento de forma randômica, lidando de forma aleatória com os conteúdos; pode ser capaz de resolver problemas rapidamente ou colocando as coisas juntas de uma só vez, entretanto, tem dificuldade de explicar como chegou ao resultado.

Estratégias de aprendizagem associadas a este estilo estão os jogos de papéis, *brainstorming*, leituras, estudos de caso, resolução de problemas e desenvolvimento de projetos.

Em relação ao perfil dos operadores, estudos anteriores realizados pelo LIHM, onde operadores de subestação atuaram como usuários de teste em experimentos relacionados ao uso de simuladores na operação de sistemas elétricos e preencheram questionários de avaliação, permitiu definir um perfil genérico destes operadores. Este perfil é descrito como segue:

- Indivíduos do gênero masculino, com idade entre 25 e 55 anos, com formação acadêmica predominante em nível técnico;
- A experiência profissional na função de operador ficou na faixa de 12 anos, considerada de média a alta;
- Os operadores já realizaram treinamentos nos fundamentos teóricos de assuntos de distribuição, geração e transmissão;
- Os operadores já realizaram treinamentos nos fundamentos teóricos e práticos em assuntos de normatização, recomposição e perturbação.
- Também já realizaram treinamentos em assuntos de segurança, informática, pré-operação, pós-operação e tempo real.

Os estilos de aprendizagem definidos neste treinamento contemplam os resultados obtidos a partir da aplicação do questionário ILS, aplicado a 08 operadores da subestação CGD da CHESF, em março de 2015, durante testes realizados no LIHM. Os resultados desta coleta de dados fundamentaram a classificação dos estilos de aprendizagem destacados no Quadro 5.6, adotada neste experimento, os quais são descritos a seguir no Quadro 5.7.

Quadro 5.7: Estilos de aprendizagem dos operadores da CHESF

Dimensão	Estilo	Frequência	Porcentagem
Percepção	Sensitivo	06	75%
	Intuitivo	02	25%
Retenção	Visual	06	75%
	Verbal	02	25%
Processamento	Ativo	08	100%
	Reflexivo	00	0%
Compreensão	Sequencial	07	85%
	Global	01	15%

Dois estudos realizados no Brasil obtiveram resultados semelhantes utilizando o questionário ILS. No trabalho de Rosário (2006), com uma amostra formada de 449 estudantes que

apontou como estilos dominantes os ativos (63,5%), sensitivos (82,7%), visuais (71,0%) e sequenciais (52,4%). Em outro estudo semelhante, Belhot, Freitas & Dornelas (2005), apresentaram resultados de uma amostra com 123 estudantes que apontou como dominantes os estilos ativo (60%), sensitivos (72%), visuais (78%) e sequenciais (45%).

No Quadro 5.8 apresentam-se as estratégias instrucionais recomendadas pela metodologia para cada cenário de treinamento, considerando os estilos de aprendizagem definidos.

Quadro 5.8: Estratégias recomendadas por estilos de aprendizagem

Cenário de treinamento	Estilo de aprendizagem	Estratégias instrucionais recomendadas
Recomposição do sistema	Ativo/Visual	E3, E4, E5, E6, E11, E12
Contingências e reenergização	Ativo/Reflexivo	E1, E2, E7, E8, E9, E10
Operação normal e manobras	Sensitivo/Visual	E1, E3, E5, E7, E9, E11
Operação do sistema de supervisão	Ativo/Sensitivo	E1, E2, E3, E4, E9, E10, E11, E12

5.3.2 Mapeamento dos cenários de treinamento

Os cenários de treinamento foram mapeados visando descrever informações acerca da tarefa, suas restrições, ações e resultados esperados. Cada um dos cenários de treinamento é executado pelo menos uma vez por cada um dos operadores, em algum momento do programa de capacitação.

Estes cenários de treinamento têm como objetivo treinar/capacitar operadores de tempo real em procedimentos e processos relacionados à operação de sistemas elétricos de potência, à manipulação de equipamentos, sistemas ou instalações, verificando conhecimentos da área de atuação destes operadores. No Quadro 5.9 são descritos os cenários de treinamento e seus objetivos de aprendizagem. Além disso, a tarefa é categorizada e os modelos recomendados tratam do treinamento teórico e prático, em situações síncronas e assíncronas e com suporte ou não de recursos e ferramentas.

Quadro 5.9: Mapeamento dos cenários de treinamento

Cenário de treinamento	Objetivos de aprendizagem	Contexto da tarefa/categoria de conteúdo/treinamento	Estilo de aprendizagem	Modelos recomendados
Cenário 1: Recomposição do sistema	Executar a tarefa corretamente; Respeitar limite de tempo previsto; Utilizar a fraseologia certa na comunicação.	<ul style="list-style-type: none"> Complexa/ Freqüente Procedimento Contingências e reenergização 	Ativo/Visual	T5 - Teórico – síncrono - com recursos – ferramentas - avaliação teórica; T6 ou T8 - Teórico – prático – síncrono - com recursos – ferramentas - avaliação teórica e prática; P8 - Prático – síncrono - com recursos – ferramentas - avaliação prática.
Cenário 2: Contingências e reenergização	Executar a tarefa corretamente; Respeitar limite de tempo previsto;	<ul style="list-style-type: none"> Complexa/ Freqüente Procedimento Contingências e reenergização 	Ativo/Reflexivo	T2 ou T7 - Teórico – prático - assíncrono - com recursos - ferramentas - avaliação teórica e prática; P7 - Prático – assíncrono - com recursos -

	Utilizar a fraseologia certa na comunicação.			ferramentas - avaliação prática.
Cenário 3: Operação normal e manobras	Executar a tarefa corretamente; Respeitar limite de tempo previsto; Utilizar a fraseologia certa na comunicação.	<ul style="list-style-type: none"> • Simples/ Frequente • Procedimento • Operação normal e manobras 	Sensitivo/Visual	P8 - Prático – síncrono - com recursos – ferramentas - avaliação prática; T1 - Teórico – assíncrono - com recursos - avaliação diagnóstica; P7 - Prático – assíncrono - com recursos - ferramentas - avaliação prática.
Cenário 4: Operação do sistema de supervisão	Utilizar o sistema corretamente; Obter e repassar informações; Utilizar a fraseologia correta na comunicação.	<ul style="list-style-type: none"> • Simples/frequente • Processo • Sistemas de informática 	Ativo/Sensitivo	T5 - Teórico – síncrono - com recursos – ferramentas - avaliação teórica; T6 ou T8 - Teórico – prático – síncrono - com recursos – ferramentas - avaliação teórica e prática; P6 ou P8 - Prático – síncrono - com recursos – ferramentas - avaliação prática.

5.3.3 Cenário de treinamento de recomposição do sistema

O **cenário de treinamento** para procedimentos de **recomposição** ou **reenergização** é treinado no modelo atual, utilizando estratégias de aprendizagem e de avaliação teóricas acompanhadas de atividades práticas realizadas no simulador virtual.

Estas estratégias teóricas compreendem a leitura de normativos e documentos técnicos da operação, roteiros de manobras e relatórios de ocorrências. Na avaliação teórica é utilizado um sistema de banco de questões que gera de forma automatizada avaliações de acordo com os objetivos do treinamento. No simulador (*Simulop*) são realizadas tanto atividades instrucionais práticas, quando atividades de avaliação, usando a descrição de cenários de treinamento previamente representados.

Para este contexto de treinamento e considerando os estilos de aprendizagem *Ativo/Reflexivo*, os **modelos T5 (teórico), T6 ou T8 (teórico-prático) e P6 ou P8 (prático)** podem corresponder às necessidades de estratégias, recursos instrucionais e ferramentas computacionais adequadas aos requisitos do cenário de treinamento.

Para o treinamento em um procedimento que envolve identificar alarmes sonoros, a ocorrência que gerou o alarme, trocar informações padronizadas entre operadores e comandar a execução da manobra, são necessárias abordagens teóricas e práticas, além da necessidade de interação para o treinamento da comunicação entre os operadores.

Sob este ponto de vista, os modelos recomendados acrescentam à instrução tradicional, os recursos de interação oferecidos pelo AVA, diferentes formatos de avaliação do aprendizado teórico e do desempenho prático, além de ferramentas computacionais que permitem ampliar as estratégias de treinamento, como por exemplo, outros simuladores, animações interativas e videoconferências. Os cenários de treinamento elaborados tendo como referência os modelos

de módulos de aprendizagem recomendados apontam para três abordagens instrucionais distintas:

- **Modelo T5:** cenário totalmente teórico usando os recursos instrucionais e ferramentas computacionais disponibilizadas pelo AVA. Ocorre a interação de forma síncrona via ambiente virtual entre instrutores e operadores. A aprendizagem é avaliada por meio de questionários, provas escritas, exercícios SCORM e entrevistas;
- **Modelo T6 ou T8:** cenário teórico e prático com interação síncrona e suporte de recursos instrucionais e ferramentas computacionais disponibilizadas pelo AVA. A interação acontece via videoconferência ou telefone ou presencialmente. A avaliação da aprendizagem utiliza um banco de questões automatizado e a avaliação do desempenho ocorre em simulações virtuais e presenciais;
- **Modelo P8:** cenário de treinamento prático com interação síncrona em ambiente virtual e/ou presencial. Tem apoio de recursos instrucionais e ferramentas computacionais disponibilizadas pelo AVA. Simulações são realizadas para desenvolver o aprendizado e para avaliar o desempenho em atividades práticas.

5.3.4 Cenário de treinamento em contingências e reenergização

O **cenário de treinamento** em contingências e reenergização têm como objetivo treinar/capacitar operadores de tempo real em operações de **recomposição** de equipamentos ou instalações, verificando conhecimentos da área de atuação de inspeção da barra e detecção de defeitos em isoladores. É realizado por todos os operadores em algum momento do programa de capacitação.

Os procedimentos de contingências e reenergização são treinados no modelo atual, utilizando estratégias de aprendizagem e de avaliação teórica, seguidas de atividades práticas realizadas no simulador virtual. Estas estratégias teóricas compreendem a leitura de normativos e documentos técnicos da operação, roteiros de manobras e relatórios de ocorrências. Na avaliação teórica é utilizado um sistema de banco de questões que gera de forma automatizada avaliações de acordo com os objetivos do treinamento. No simulador (*Simulop*) são realizadas tanto atividades instrucionais práticas, quando atividades de avaliação, usando a descrição de cenários de treinamento previamente representados.

Para este contexto de treinamento e considerando os estilos de aprendizagem *Ativo/Reflexivo*, os **modelos T2 ou T7 (teórico) e P7 (prático)** podem corresponder às necessidades de estratégias, recursos instrucionais e ferramentas computacionais adequadas aos requisitos do cenário de treinamento.

Para o treinamento em um procedimento que envolve identificar alarmes sonoros, identificar ocorrência, trocar informações padronizadas entre operadores, preparar instalação e comandar a execução da manobra, são necessárias abordagens teóricas e práticas, além da necessidade de interação para o treinamento da comunicação entre os operadores.

Neste contexto, os modelos recomendados acrescentam à instrução tradicional, os recursos instrucionais multimídia, as ferramentas computacionais distribuídas oferecidas pelo AVA, diferentes formatos de avaliação do aprendizado e do desempenho, que permitirão ampliar as estratégias de treinamento, como por exemplo, outros simuladores, recursos multimídia e laboratórios virtuais.

Os cenários de treinamento elaborados tendo como referência os modelos de módulos de aprendizagem recomendados apontam para duas abordagens instrucionais distintas:

- **Modelo T2 ou T7:** cenário teórico e prático, assíncrono, com suporte de recursos instrucionais e ferramentas computacionais. A avaliação da aprendizagem acontece por meio de banco de questões, exercícios SCORM e provas escritas. A avaliação do desempenho ocorre por meio de simulações virtuais e presenciais;
- **Modelo P7:** cenário de treinamento prático, assíncrono, executado em ambiente virtual. Tem apoio de recursos instrucionais e ferramentas computacionais disponibilizadas no AVA. Simulações são realizadas para desenvolver o aprendizado e para avaliar o desempenho em atividades práticas.

5.3.5 *Cenário de treinamento em operação normal e manobras*

O **cenário de treinamento** em operação normal e manobras têm como objetivo treinar/capacitar operadores de tempo real em operações de **recomposição** de equipamentos ou instalações, verificando conhecimentos da área de atuação em **procedimentos** executados pelo operador em religamento automático sem sucesso na transferência de um disjuntor via Nível 1. Os procedimentos de operação normal e manobras são treinados no modelo atual utilizando estratégias de aprendizagem e de avaliação teórica, seguidas de atividades práticas realizadas no simulador virtual. Estas estratégias teóricas compreendem a leitura de normativos e documentos técnicos da operação, roteiros de manobras e relatórios de ocorrências.

Na avaliação teórica é utilizado um sistema de banco de questões que gera de forma automatizada avaliações de acordo com os objetivos do treinamento. No simulador (*Simulop*) são realizadas tanto atividades instrucionais práticas, quando atividades de avaliação, usando a descrição de cenários de treinamento previamente representados.

Para este contexto de treinamento e considerando os estilos de aprendizagem *Sensitivo/Visual*, os **modelos T1 (teórico) e P7 ou P8 (prático)** podem corresponder às necessidades deste cenário de treinamento. Sob este ponto de vista, os modelos recomendados acrescentam à instrução tradicional, a avaliação diagnóstica, um ambiente virtual apoiado por sistemas especialistas, ferramentas multimídia, instrumentos de comunicação oferecidas pelo AVA, diferentes formatos de avaliação do aprendizado e do desempenho.

Estes objetos permitem ampliar as estratégias de treinamento, como por exemplo, incluindo software educacional, simuladores e laboratórios virtuais. Os cenários de treinamento elaborados tendo como referência os modelos para módulos de aprendizagem recomendados apontam para três abordagens instrucionais distintas:

- **Modelo T1:** cenário teórico, assíncrono, com suporte de recursos instrucionais. A avaliação tem caráter diagnóstico e acontece usando um banco de questões automatizado;
- **Modelo P7:** cenário de treinamento prático, assíncrono, executado em ambiente virtual. Tem apoio de recursos instrucionais e ferramentas computacionais disponibilizadas no AVA. Simulações são realizadas para desenvolver o aprendizado e avaliar o desempenho em atividades práticas. O banco de questões apoia a avaliação.
- **Modelo P8:** cenário de treinamento prático, síncrono, executado em ambiente virtual. Tem apoio de recursos instrucionais e ferramentas computacionais disponibilizadas no AVA. A interação acontece por telefone, videoconferência, presencial e no ambiente virtual. Simulações e experimentos remotos são realizados para desenvolver o aprendizado e avaliar o desempenho em atividades práticas. O banco de questões apoia a avaliação.

5.3.6 Cenário de treinamento em operação do sistema de supervisão

O cenário de treinamento em operação do sistema de supervisão tem como objetivo verificar o conhecimento do operador no **processo** de navegação no sistema de supervisão e controle de redes elétricas (SAGE). Este treinamento é realizado por todos os operadores, em algum momento do programa de capacitação, este modelo de treinamento se enquadra no tipo **Revisão**.

O processo de treinamento em **sistemas de informática** é realizado usando estratégias de aprendizagem teórica, simulações presenciais com treinamento no local de trabalho e atividades práticas com o simulador do SAGE. As estratégias teóricas compreendem o treinamento em laboratório de informática e a leitura de manuais de operação. Na simulação

presencial, são implementados cenários fictícios com atuação no software de supervisão SAGE/*Simulop* e nos equipamentos do pátio da subestação.

Para este contexto de treinamento e considerando o estilo de aprendizagem *Ativo/Sensitivo*, os **modelos T5 ou T6 (teórico) e P6 ou P8 (prático)** podem corresponder às necessidades de estratégias, recursos instrucionais e ferramentas computacionais adequadas aos requisitos do cenário de treinamento. Para o treinamento em um processo que envolve a comunicação entre operadores, o conhecimento na aplicação (SAGE/*Simulop*) e conhecimento no processo, são necessárias atividades de interação síncrona, tutoriais de operação e atividades práticas na aplicação.

Sob este ponto de vista, os modelos recomendados acrescentam à instrução tradicional, uma gama de instrumentos de interação virtual (áudio e videoconferência, chat), recursos instrucionais multimídia e avaliação teórica e prática do aprendizado em diferentes formatos. Os cenários de treinamento elaborados tendo como referência os modelos de módulos de aprendizagem recomendados apontam para três abordagens instrucionais distintas:

- **Modelo T5:** cenário de treinamento teórico, síncrono, com suporte de recursos instrucionais e ferramentas computacionais. A avaliação tem caráter teórico e acontece usando o banco de questões automatizado, videoconferência, *brainstorming* virtual e questionários;
- **Modelo T6:** cenário de treinamento teórico e prático, síncrono, executado em ambiente virtual. Tem apoio de recursos instrucionais multimídia e ferramentas computacionais disponibilizadas no AVA. Simulações são realizadas para desenvolver o aprendizado e avaliar o desempenho em atividades práticas. O banco de questões apoia a avaliação, além de videoconferências, *brainstorming* virtual e questionários.
- **Modelo P6 ou P8:** cenário de treinamento prático, síncrono, executado em ambiente virtual. Tem apoio de recursos instrucionais e ferramentas computacionais disponibilizadas no AVA. A interação acontece por telefone, videoconferência, presencial e no ambiente virtual. Simulações e experimentos remotos são realizados para desenvolver o aprendizado e avaliar o desempenho em atividades práticas. O banco de questões apoia a avaliação.

5.4 Considerações finais deste capítulo

A metodologia *i-blended* apoia a elaboração da matriz de projeto instrucional de módulos de aprendizagem e pode fornecer suporte na etapa de projeto e planejamento da Norma ISO 10015, que prescreve recomendações para a formalização de um processo de treinamento

planejado e sistemático, buscando contribuir na obtenção dos resultados de aprendizagem e desempenho.

A metodologia *i-blended* mostrou-se satisfatória nos estudos de caso apresentados, tendo em vista a inexistência de outras metodologias semelhantes ou com a abrangência de critérios de filtragem utilizados. A concepção da matriz de projeto instrucional expõe ao projetista instrucional as necessidades de aprendizagem do operador e as exigências de desempenho da tarefa, o que permite colocar em prática as teorias pedagógicas que fundamentam o trabalho de planejamento, desenvolvimento e execução de experiências de aprendizagem para ambientes de *e-learning*.

Aspectos como qualidade e eficiência, interação, avaliação, realimentação, relação operador/instrutor, modelo de ensino e aprendizagem, recursos instrucionais e ferramentas computacionais podem ser analisadas, adaptadas e empregadas em combinações distintas com foco no estilo de aprendizagem do operador e nos objetivos de aprendizagem pré-determinados.

A intervenção causada pela metodologia *i-blended* no projeto e planejamento de módulos de aprendizagem, busca a adequação de estratégias, atividades e recursos instrucionais para que a proposta de experiência de aprendizagem oferecida pelo módulo seja acessível, significativa, eficiente, motivadora e o mais importante, que atinja os objetivos de aprendizagem.

A aplicação da metodologia *i-blended* nos cenários de treinamento simulados se deu na forma de “testes de mesa” (técnica que simula a execução de um algoritmo, método ou metodologia sem utilizar recursos computacionais), onde se buscou obter o máximo de informações possíveis com relação ao estilo de aprendizagem, domínios do conhecimento, contexto da tarefa e do treinamento e por consequência dos objetivos de aprendizagem. Estas informações favoreceram o ato de planejar as estratégias pedagógicas utilizadas ao longo da instrução.

Com essas informações, torna-se possível obter uma visão abrangente do módulo de aprendizagem e, conseqüentemente, articular o desenvolvimento de conhecimentos teóricos e habilidades práticas a partir do uso adequado e eficiente de soluções oferecidas pelos ambientes de *e-learning* apoiados por recursos multimídia, simuladores e laboratórios virtuais. Estes elementos são contextualizados em atividades individuais e/ou coletivas, teóricas ou práticas, com avaliação do conhecimento e desempenho e realimentação.

Com a automatização da metodologia *i-blended*, será possível oferecer agilidade na apresentação de recomendações para módulos de aprendizagem, eliminando falhas de interpretação e ampliando os resultados positivos. A possibilidade de acrescentar a avaliação de instrutores e operadores a cada módulo poderá resultar em recomendações mais acertadas e adequadas aos objetivos de aprendizagem.

Finalmente, concluímos que as metodologias ou técnicas de recomendação, são elementos chave durante as etapas de projeto e construção de módulos de aprendizagem ou qualquer outro artefato destinado à educação a distância. Estas metodologias permitem personalizar a experiência de aprendizagem, oferecendo ao operador em treinamento, atividades, recursos e ferramentas adequadas às suas necessidades de treinamento e capazes de promover o conhecimento.

No próximo capítulo são apresentados os procedimentos que orientaram a execução de um estudo de caso para a elaboração de um cenário de treinamento no tema Proteção com relés digitais, a ser aplicado no treinamento de operadores da subestação CGD, na empresa CHESF, em Campina Grande – PB.

CAPÍTULO 6: ESTUDO DE CASO CHESF - TREINAMENTO EM PROTEÇÃO COM RELÉS DIGITAIS

Neste capítulo descrevem-se em detalhes as etapas de aplicação da metodologia *i-blended* e os resultados obtidos representados pelos módulos de aprendizagem produzidos a partir de recomendações da metodologia. O *cenário de treinamento em proteção com relés digitais* tem como objetivo verificar o conhecimento do operador no *processo de navegação e interpretação da informação* apresentada na IHM (interface homem-máquina) de relés digitais.

Este treinamento é realizado por todos os operadores, em algum momento do programa de capacitação. No contexto do treinamento teórico e prático de operadores, identificou-se neste cenário de treinamento situações de aplicação de conhecimentos de leitura e interpretação de informações necessárias à tomada de decisões na operação. Segundo a Norma de Operação CHESF NO-OP.01.14 (2011), este modelo de treinamento se enquadra no tipo **Proteção de Subestação**.

Os estilos de aprendizagem apresentados no Quadro 6.1, determinados para este experimento foram obtidos a partir da aplicação do questionário eletrônico de Felder e Silverman (1988) com 08 (oito) operadores das subestações (CGD – CTM – PLD – CGT)¹ da CHESF. Os resultados são resumidos a seguir, e os estilos que mais se destacaram foram:

- *Sensitivo* com intensidade moderada;
- *Ativo* com intensidade moderada;
- *Visual* com intensidade leve;
- *Sequencial* com intensidade de moderada a forte.

Quadro 6.1: Estilo de aprendizagem dos operadores

Estilo de aprendizagem	Estratégias instrucionais recomendadas
Sensitivo/Ativo/Visual/ Sequencial	E1, E3, E4, E5, E6, E7, E9, E11, E12

6.1 Descrição da tarefa

A tarefa deste cenário de treinamento foi dividida em 5 etapas sequenciais apresentadas no Quadro 6.2. Desta forma, identificaram-se situações de aplicação de conhecimentos sobre os componentes da IHM da relé digital e suas funções, no processo de navegação no

¹ CGD – Campina Grande II
CTM – Coteminas
PLD – Pilões II
CGT – Campina Grande III

equipamento e o uso das informações para atuar de forma correta na execução das manobras. O treinamento é realizado no ambiente virtual de aprendizagem e foram descritas assim as ações em cada uma das etapas:

- **Etapa 1:** o operador deve utilizar o conhecimento para identificar no relé de proteção qual componente do sistema de proteção atuou e analisar o status de seu funcionamento;
- **Etapa 2:** o operador deve utilizar o conhecimento para navegar corretamente nas opções de solicitação ou apresentação de informações do relé de proteção;
- **Etapa 3:** o operador deve, utilizando as opções do equipamento, escolher a melhor estratégia para resolver a ocorrência;
- **Etapa 4:** o operador deve verificar as informações oferecidas pelo equipamento e deve possuir as habilidades necessárias para realizar os procedimentos respeitando os padrões normatizados;
- **Etapa 5:** o operador deve garantir o restabelecimento da operação e o perfeito funcionamento do equipamento.

As etapas de execução da tarefa foram mapeadas para o contexto do treinamento teórico e prático e estão resumidas no Quadro 6.2.

Quadro 6.2: Análise Cognitiva da Tarefa – Cenário de Treinamento

Descrição Hierárquica da Tarefa	Contexto do Treinamento	H	R	C
1. OP – Identificar o equipamento	Identificar	Ø	Ø	√
2. OP – Identificar status do equipamento	Identificar	√	√	√
3. OP – Coletar informações	Requisitar	√	Ø	√
4. OP – Executar procedimento	Executar	√	√	√
5. OP – Resetar equipamento	Executar	√	√	√

Legenda: Ø = não se aplica √ = se aplica H: habilidade R: regra C: conhecimento

6.2 Categoria de Conteúdo

A categoria de conteúdo abordada no *cenário de treinamento no processo de navegação e interpretação da informação* é do tipo **procedimento**, que tem por objetivo identificar equipamentos, ocorrências, sinais luminosos e sonoros, interpretar informações fornecidas por estes equipamentos e executar um procedimento com vistas a normalizar a operação. Este cenário de treinamento tem como objetivo de aprendizagem a navegação na IHM de relés digitais e a interpretação das informações para suporte na tomada de decisões.

Quadro 6.3: Mapeamento da situação de treinamento

Perfil do operador:	Comportamento:	Condições:	Crítérios de Avaliação:	Modo de Execução:
- Operadores de tempo real - Estilo de aprendizagem <i>Ativo/sensitivo/visual/sequencial</i>	- Avaliar conhecimento na utilização do equipamento e verificação da habilidade de interpretar e executar manobras.	- Instalação com configuração normal.	- Conhecimento na utilização do equipamento e correção na execução do procedimento.	Individual

Identifique e descreva a categoria de conteúdo que será tratado no treinamento:

- **Procedimento** – para verificar a situação do equipamento, coletar as informações necessárias e executar o procedimento de correção corretamente.

Declaração do(s) objetivo(s) de aprendizagem: Após a experiência de aprendizagem, os treinandos deverão ser capazes de:

- Conhecer os componentes da IHM de relés digitais, entender a função de cada um. O operador deve compreender as informações fornecidas pela IHM da relé, para tomar decisões corretas na execução do procedimento.

6.3 Filtragem de estratégias pelo domínio do conhecimento e contexto da tarefa

Os resultados da filtragem de estratégias são apresentados nos Quadros 6.4 e 6.5. Os verbos de ação identificados neste mapeamento foram: *Identificar, Requisitar, Interpretar (analisar) e Executar (movimento qualificado)*.

Quadro 6.4: Estratégias recomendadas para o domínio do conhecimento

Domínio do Conhecimento		
Objetivo de aprendizagem	Estratégias instrucionais filtradas por domínio	Estratégias instrucionais resultantes
Identificar	E1, E2, E7, E8, E9, E10	E1, E2, E3, E5, E7, E8, E9, E10, E11
Requisitar	E3, E4, E5, E6, E11, E12	
Analisar	E1, E2, E7, E8, E9, E10	
Executar (MQ)	E1, E3, E5, E7, E9, E11	

Quadro 6.5: Estratégias recomendadas para o contexto da tarefa

Contexto da Tarefa		
Tipo de tarefa	Estratégias instrucionais filtradas pelo tipo de tarefa	Estratégias instrucionais resultantes
Complexa	E3, E5, E11	E3, E5, E11
Ambiente da tarefa	E3, E5, E11	
Armários e painéis		
Situação da tarefa	E1, E3, E5, E7, E9, E11	
Crítica		

6.4 Filtragem de estratégias por categoria de conteúdo

A **terceira filtragem** é realizada considerando a categoria de conteúdo que será tratada no treinamento. Nesse cenário de treinamento esta categoria foi classificada como do tipo **procedimento**. Estas estratégias são apresentadas no Quadro 6.6.

Quadro 6.6: Relação de estratégias instrucionais por categoria de conteúdo

Categoria de conteúdo	Estratégias instrucionais filtradas por categoria de conteúdo	Estratégias instrucionais resultantes
Procedimento	E1, E3, E5, E7, E9, E11	E1, E3, E5, E11

6.5 Filtragem de estratégias por categoria de treinamento

A **quarta filtragem** é realizada considerando a categoria de treinamento que será implementada. Nesse cenário a categoria de treinamento selecionada foi de **Proteção de subestações** e os resultados são apresentados no Quadro 6.7.

Quadro 6.7: Relação de estratégias instrucionais por categoria de treinamento

Categoria de treinamento	Estratégias instrucionais filtradas por categoria de treinamento	Estratégias instrucionais resultantes
Proteção de subestações	E3, E4, E5, E6, E7, E11, E12	E1, E3, E5, E7, E11, E12

6.6 Recomendação de modelos para módulos de aprendizagem

No Quadro 6.8 são detalhadas as estratégias instrucionais selecionadas e a recomendação de módulos de aprendizagem para o cenário de treinamento no *processo de navegação e interpretação da informação*.

Quadro 6.8: Resultado da aplicação da metodologia *i-blended*

	Estratégias instrucionais	Modelo(s) recomendado(s)
Estilo de aprendizagem: Ativo/sensitivo/ visual/sequencial	E1-E2-E3-E5- E9-E11	T6 ou T8: Teórico e prático, síncrono, com apoio de recursos instrucionais e ferramentas computacionais e avaliações teóricas e práticas. P6 ou P8: Prático, síncrono, com apoio de recursos instrucionais e ferramentas computacionais e avaliações práticas.
Tipo de tarefa: Complexa		
Ambiente da tarefa: Armários e Painéis	E3-E5-E11	T6 ou T8: Teórico e prático, síncrono, com apoio de recursos instrucionais e ferramentas computacionais e avaliações teóricas e práticas. P4 ou P5: Prático, síncrono, com apoio de ferramentas computacionais e avaliações práticas. P6 ou P8: Prático, síncrono, com apoio de recursos instrucionais e ferramentas computacionais e avaliações práticas.
Situação da tarefa: Crítica		
	Estratégias instrucionais	Modelo(s) recomendado(s)

Categoria de conteúdo: Procedimento	E1- E3-E5- E7- E9-E11	P5: Prático, síncrono, com apoio de ferramentas computacionais e avaliações práticas.
Categoria de treinamento: Proteção de subestação		P6: Prático, síncrono, com apoio de recursos instrucionais e ferramentas computacionais e avaliações práticas. P7: Prático, assíncrono, com apoio de recursos instrucionais e ferramentas computacionais e avaliações práticas. P8: Prático, síncrono, com apoio de recursos instrucionais e ferramentas computacionais e avaliações práticas.

6.7 Cenários de treinamento – Processo de navegação e interpretação da informação

O processo de treinamento em *proteção de subestações* é realizado atualmente nas capacitações de operadores da CHESF usando estratégias síncronas de aprendizagem teórica e prática, simulações presenciais com treinamento no local de trabalho e atividades práticas com o simulador fornecido pelo fabricante do modelo P442 da *Alston* (2011).

As estratégias teóricas compreendem o treinamento através de leituras de manuais técnicos e normativos de operação, relatórios de ocorrências e apostilas de assuntos específicos da proteção. Na simulação presencial, são formalizados cenários fictícios com atuação diretamente nos relés digitais realizando as leituras e atuando conforme as necessidades. Um simulador de proteção à distância é utilizado como subsídio no treinamento de leitura e interpretação de informações providenciadas pelos relés digitais.

Para este contexto de treinamento e considerando os estilos de aprendizagem *Ativo/visual /sensitivo/sequencial*, os **modelos T6 ou T8 (teórico e prático) e P6 ou P8 (prático)** podem fornecer estratégias, recursos instrucionais e ferramentas computacionais adequadas aos requisitos do cenário de treinamento.

Para o treinamento em um procedimento que envolve o conhecimento dos controles da IHM de equipamentos, a habilidade para manipular comandos nestes equipamentos e executar funções pré-determinadas, são necessárias atividades de aprendizagem teóricas, com apoio de treinamento prático através de simulações virtuais e presenciais, além de promover a interação síncrona, com suporte computacional dos recursos disponibilizados no AVA.

Sob este ponto de vista, os modelos recomendados acrescentam à instrução tradicional, uma gama de instrumentos de interação virtual (áudio e videoconferência, *chat*, fórum, mensagem via AVA), recursos instrucionais multimídia, atividades de aprendizagem e avaliação teórica e prática do conhecimento e das habilidades em diferentes formatos. Os cenários de

treinamento elaborados tendo como referência os modelos recomendados apontam para duas abordagens instrucionais distintas:

- **Modelo T6 ou T8:** cenário de treinamento teórico e prático, síncrono, executado em ambiente virtual. Tem apoio de recursos instrucionais multimídia e ferramentas computacionais disponibilizadas no AVA. Simulações são realizadas para desenvolver o aprendizado e avaliar o desempenho em atividades práticas. O banco de questões apoia a avaliação teórica, além de videoconferências, brainstorming virtual e questionários.
- **Modelo P6 ou P8:** cenário de treinamento prático, síncrono, executado em ambiente virtual. Tem apoio de recursos instrucionais e ferramentas computacionais disponibilizadas no AVA. A interação acontece por telefone, videoconferência, presencial e no ambiente virtual. Simulações e experimentos remotos são realizados para desenvolver o aprendizado e avaliar o desempenho em atividades práticas. O banco de questões apoia a avaliação teórica.

6.8 Instanciação dos cenários de treinamento

Para este experimento selecionou-se o **modelo T6** e os quadros 6.9 e 6.10 representam a estrutura genérica dos cenários de treinamento e avaliação teórica e prática utilizando o simulador de ocorrências das proteções de distância.

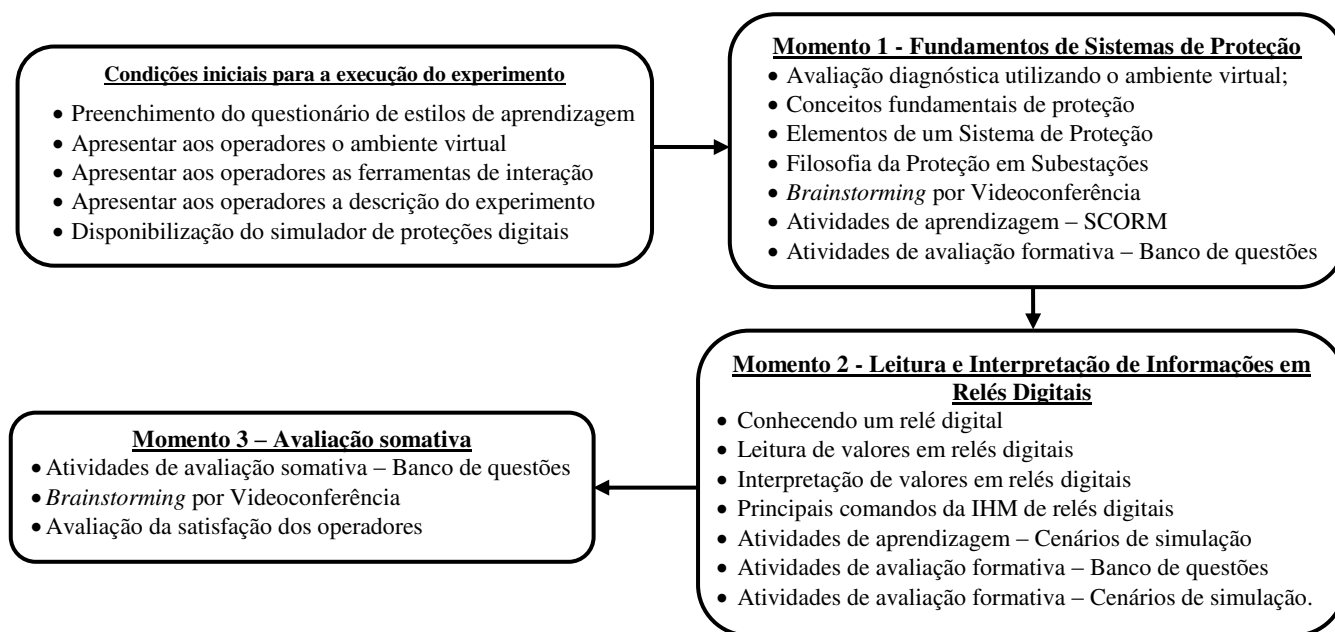


Figura 6.1: Fluxograma de etapas do experimento

Este treinamento é realizado no ambiente virtual de aprendizagem com a supervisão do instrutor e é destinado aos operadores de subestação (SE). O fluxograma representado na Figura 6.1, apresenta as etapas para execução do experimento em laboratório.

a) **Cenário de treinamento prático:** neste cenário o operador acessa o ambiente virtual para obter o quadro de descrição do cenário, inicializa o simulador, abre o bloco de notas para anotações, avisa o instrutor do início o treinamento, assiste uma videoaula e a seguir executa o cenário de treinamento. Nesta atividade o operador utiliza as instruções apresentadas pelo simulador para realizar a atividade de aprendizagem.

Quadro 6.9: Cenário de treinamento prático

Cenário de treinamento	Dados gerais	Título do cenário: Treinamento em relés digitais.			
		Tema do cenário: Leitura e interpretação dos dados da ocorrência.			
		Descrição do cenário: trata-se de uma manobra frequente em uma subestação, onde o operador recebe um aviso de uma ocorrência, identifica o relé que atuou, realiza a leitura e registro dos dados da ocorrência e encerra resetando o relé.			
		Descrição antes da simulação:		Descrição depois da simulação:	
		<ul style="list-style-type: none"> • O operador deverá estar logado no ambiente virtual; • O operador deve inicializar o simulador; • O operador deve avisar o instrutor via <i>chat</i> que iniciou a atividade. 		<ul style="list-style-type: none"> • Relé resetado; • Registros armazenados; • Retorna ao ambiente virtual. 	
		Pré-requisitos:			
	<ul style="list-style-type: none"> • Conhecimento para acesso no ambiente virtual de aprendizagem e simulador de ocorrências; • Conhecimento do significado das informações apresentadas no relé digital. 				
	Objetivo de aprendizagem:				
	<ul style="list-style-type: none"> • Navegação nos controles e funções da IHM de um relé digital; • Interpretação das informações apresentadas. 				
	Tarefa	Descrição da tarefa:			
<ul style="list-style-type: none"> • O operador acessa o ambiente virtual de aprendizagem; • O operador inicializa o simulador de ocorrência das proteções de distância e o <i>notepad</i>; • O operador entra na sala de bate papo (<i>chat</i>) e avisa o instrutor; • O operador executa o vídeo disponibilizado no Tópico 2 da Lição 2. • O operador recebe o aviso da ocorrência de uma falta através de mensagem enviada via <i>chat</i> pelo instrutor; • O operador executa o simulador de ocorrência e seleciona a opção “Simulação de ocorrência”; • Na IHM do relé o operador deve seguir as instruções apresentadas na tela para verificar e anotar todos os dados da ocorrência; • O operador deve no final do cenário RESETAR o relé, retornar ao ambiente virtual e avisar o instrutor via mensagem de <i>chat</i>, confirmando final de simulação. 					
Nível de dificuldade: Baixo		Nível de emergência: Alto	Nível de frequência: Diário	Duração: 10 min.	
Documentos (recursos de suporte):					
<ul style="list-style-type: none"> • Videoaulas disponíveis no ambiente virtual; • Interação com o instrutor via <i>chat</i>; • Instruções apresentadas na tela do simulador. 					
Elementos do cenário	Ambiente do cenário:				
	<ul style="list-style-type: none"> • Ambiente virtual de aprendizagem e o simulador de ocorrência das proteções de distância. 				
	Papel do treinando:				
	<ul style="list-style-type: none"> • Ativo, inicializa sistemas, acessa ambiente, executa cenário e interage com o instrutor. 				
Objetos da IHM:					
<ul style="list-style-type: none"> • Ambiente virtual de aprendizagem; • Simulador de ocorrências (botões de navegação, controle e reset); • Interface do <i>chat</i>; • Bloco de notas. 					
Evento programado:		Evento temporizado:		Evento condicional:	
<ul style="list-style-type: none"> • Instrutor envia mensagem de 		<ul style="list-style-type: none"> • Nenhum. 		<ul style="list-style-type: none"> • O operador executará a simulação somente após receber a mensagem 	

	ocorrência de falta.		do instrutor.
	Evento do treinando: <ul style="list-style-type: none"> • Executar a tarefa proposta. 	Ação esperada: <ul style="list-style-type: none"> • A execução de todos os passos da tarefa de forma correta. 	Ação realizada:

b) **Cenário de avaliação prática:** nesta avaliação o operador acessa o ambiente virtual para obter o quadro de descrição do cenário, inicializa o simulador, abre o bloco de notas para anotações, avisa o instrutor e após executa o cenário de treinamento. Nesta atividade o operador **NÃO** utiliza as instruções apresentadas pelo simulador para realizar a atividade de avaliação.

Quadro 6.10: Cenário de avaliação prática

Cenário de treinamento	Dados gerais	Título do cenário: Treinamento em relés digitais			
		Tema do cenário: Leitura e interpretação dos dados da ocorrência			
		Descrição do cenário: trata-se de uma manobra frequente em uma subestação, onde o operador recebe um aviso de uma ocorrência, identifica o relé que atuou, realiza a leitura e registro dos dados da ocorrência e encerra resetando o relé.			
		Descrição antes da simulação: <ul style="list-style-type: none"> • O operador deverá estar logado no ambiente virtual; • O operador deve inicializar o simulador; • O operador deve avisar o instrutor via <i>chat</i> que iniciou a atividade. 		Descrição depois da simulação: <ul style="list-style-type: none"> • Relé resetado; • Registros armazenados; • Retorna ao ambiente virtual. 	
		Pré-requisitos: <ul style="list-style-type: none"> • Conhecimento para acesso no ambiente virtual de aprendizagem e simulador de ocorrências; • Conhecimento do significado das informações apresentadas no relé digital. 			
		Objetivo de aprendizagem: <ul style="list-style-type: none"> • Navegação nos controles e funções da IHM de um relé digital; • Interpretação das informações apresentadas. 			
	Tarefa	Descrição da tarefa: <ul style="list-style-type: none"> • O operador acessa o ambiente virtual de aprendizagem; • O operador inicializa o simulador de ocorrência das proteções de distância; • O operador entra na sala de bate papo (<i>chat</i>) e avisa o instrutor; • O operador executa o vídeo disponibilizado no Tópico 3 da Lição 2. • O operador recebe o aviso da ocorrência de uma falta através de mensagem enviada via <i>chat</i> pelo instrutor; • O operador executa o simulador de ocorrência e seleciona a opção “Simulação de ocorrência”; • Na IHM do relé o operador deve selecionar a opção de menu “Orientações” e escolher a opção “Ocultar”; • Na IHM do relé o operador deve navegar utilizando os comandos corretos para verificar e anotar todos os dados da ocorrência; • O operador deve no final do cenário RESETAR o relé, retornar ao ambiente virtual e enviar mensagem via <i>chat</i> para o instrutor confirmando final de simulação. 			
		Nível de dificuldade: Médio	Nível de emergência: Alto	Nível de frequência: Diário	Duração: 10 min.
		Documentos (recursos de suporte): <ul style="list-style-type: none"> • Videoaulas disponíveis no ambiente virtual. 			
		Ele me	Ambiente do cenário: <ul style="list-style-type: none"> • Ambiente virtual de aprendizagem 		

Papel do treinando:		
<ul style="list-style-type: none"> • Ativo, inicializa sistemas, acessa ambiente, executa cenário; 		
Objetos da IHM:		
<ul style="list-style-type: none"> • Ambiente virtual de aprendizagem; • Simulador de ocorrências (botões de navegação, controle e <i>reset</i>); • Interface do <i>chat</i>; • Bloco de notas. 		
Evento programado:	Evento temporizado:	Evento condicional:
<ul style="list-style-type: none"> • Instrutor envia mensagem de ocorrência de falta; 	<ul style="list-style-type: none"> • Nenhum; 	<ul style="list-style-type: none"> • O operador executará a simulação somente após receber a mensagem do instrutor, sem apoio das instruções na tela e sem a ajuda do instrutor.
Evento do treinando:	Ação esperada:	Ação realizada:
<ul style="list-style-type: none"> • Executar a tarefa proposta; 	<ul style="list-style-type: none"> • A execução de todos os passos da tarefa de forma correta. 	

6.9 Módulo de aprendizagem desenvolvido para o experimento em laboratório

Para os experimentos que foram executados no LIHM contando com a presença de 03 operadores da subestação CGD da CHESF, foi criado um (01) módulo de aprendizagem seguindo as recomendações do **modelo T6**, que oferece como ferramentas de interação (Figura 6.2) o *chat*, fórum, videoconferência e *wiki* e é formado por duas lições, uma com abordagem teórica e outra com abordagem prática, ambas compostas de nove (09) tópicos (recursos, atividades e avaliações) e repositórios de vídeos e áudios.

Módulo - Treinamento em Proteção Digital de Sistemas Elétricos
UFCG - CHESF - IFTO



Apresentação: Este módulo tem como objetivo fornecer os fundamentos sobre sistemas de proteção, em especial aqueles executados por relés digitais, envolvendo a leitura e interpretação das informações oferecidas por estes equipamentos, bem como as ações possíveis de serem implementadas.

Objetivos de Aprendizagem: Conhecer modelos, as características de funcionamento e operação de relés digitais a fim de obter competências sobre as funções dos elementos da IHM e as habilidades necessárias à operação segura e eficiente destes equipamentos.

Critérios de Avaliação: A avaliação da aprendizagem será realizada a partir da realização de atividades de aprendizagem e avaliação teórica no ambiente virtual e avaliação prática com suporte do simulador de proteção disponibilizado neste curso.

-  Fórum de notícias sobre o treinamento
-  Bate-papo sobre proteção e relés digitais
-  Videoconferência - Proteção e relés digitais
-  Termos técnicos em proteção e relés digitais
-  Ferramenta de geração colaborativa de documentos
-  Primeiro acesso ao ambiente virtual de aprendizagem

Figura 6.2: Ferramentas de interação disponíveis no módulo de aprendizagem

- A **lição 1** nomeada “**Fundamentos de Sistemas de Proteção**”, é ilustrada na Figura 6.3, tem uma abordagem instrucional teórica e utiliza como estratégias instrucionais






para atender o estilo *ativo* (*leituras, interação com especialista, interação em experiências simuladas, discussões, atividades no AVA*) e para atender o estilo *sensitivo* (*leituras, apresentação de objetivos e cenários de treinamento, em texto ou áudio, atividades práticas dirigidas, aplicação de conceitos*). O estilo *visual* é atendido através da disponibilização de (*videoaulas e atividades SCORM*). O percurso instrucional da lição oferece a oportunidade do operador realizar a experiência de forma *sequencial*.

Lição 1: Fundamentos de Sistemas de Proteção

Apresentação: Esta lição apresenta os principais conceitos de proteção de sistemas elétricos e objetiva proporcionar o conhecimento necessário ao treinamento teórico e prático de operadores na leitura e interpretação de informações em relés digitais.

Objetivos de Aprendizagem: Apresentar os fundamentos da proteção, os principais equipamentos envolvidos, a filosofia adotada e as características das relés digitais.

Crterios de Avaliação: Obtenção de desempenho satisfatório em atividades de aprendizagem e avaliação realizadas no ambiente virtual, além da participação nos fóruns, chat's, videoconferência e glossário.

-  Avaliação Diagnóstica - Conhecimentos em Proteção
-  Tópico 1: Acervo Digital - Conceitos fundamentais de proteção
-  Tópico 2: Acervo Digital - Elementos de um Sistema de Proteção
-  Tópico 3: Acervo Digital - Filosofia da Proteção em Subestações
-  Tópico 4: Acervo Digital - Introdução aos Relés


 Slides - Material de apoio e discussão

Figura 6.3: Lição de aprendizagem e avaliação teórica

- A **lição 2** caracterizada como “**Leitura e Interpretação de Informações em Relés Digitais**”, é ilustrada parcialmente na Figura 6.4, tem uma abordagem instrucional prática e utiliza como estratégias instrucionais para atender os estilos *visual* e *ativo* (*interação em experiências reais ou virtuais, simulações, simulações presenciais, videoaulas, estudos de caso*). Para atender o estilo *sensitivo* (*apresentação dos objetivos e cenários de treinamento, em texto ou áudio, atividades práticas dirigidas, aplicação de conceitos*). O percurso instrucional da lição oferece a oportunidade do operador realizar a experiência de forma *sequencial*.



Figura 6.4: Lição de aprendizagem e avaliação prática

A Figura 6.5 ilustra a interface principal do simulador de relés digitais utilizado no treinamento e avaliação prática.



Figura 6.5: Simulador de relés digitais *Alston*

6.10 Análise dos resultados obtidos no experimento realizado em laboratório - Instanciação do cenário de treinamento

Este treinamento foi realizado no ambiente virtual de aprendizagem com a supervisão do instrutor e foi dividido nas etapas descritas a seguir no Quadro 6.11.

Cenário de treinamento: <i>Leitura e Interpretação da informação em relés digitais.</i>	
Condições iniciais	Determinar os estilos de aprendizagem; Descrição do experimento pelo especialista; Apresentar o ambiente virtual.
Atividade 1	Realização da avaliação diagnóstica – Banco de questões; Apresentação de conceitos, elementos, filosofia da proteção; Atividade aprendizagem padrão SCORM; Atividade de avaliação da aprendizagem (formativa).
Atividade 2	Atividade de avaliação da aprendizagem (somativa); utilizando o banco de questões e entrevista com especialista.

Quadro 6.11: Definição do cenário de treinamento

Testes de desempenho e aceitação foram realizados com os operadores visando validar os módulos construídos. Após a execução deste cenário de treinamento obtiveram-se os seguintes resultados: o Quadro 6.12 representa a média de *tempo gasto para execução das tarefas* pelos 3 operadores. Os resultados obtidos demonstraram que os operadores reduziram em média 20% entre o tempo prescrito para a tarefa e o tempo realizado nos testes.

Usuário de teste	Tarefa	Tempo prescrito	Tempo realizado
Operadores (1,2 e 3)	Tarefa 1	01 min.	OK
	Tarefa 2	15 min.	08 min.
	Tarefa 3	30 min.	20 min.
	Tarefa 4	10 min.	10 min.
	Tarefa 5	10 min.	06 min.

Quadro 6.12: Resultados de tempo para realizar a tarefa

Em relação ao critério: *ampliação do desempenho* percebeu-se um ganho na aprendizagem com a ampliação dos acertos na avaliação formativa e a redução do número de erros entre a avaliação diagnóstica e a somativa. Os Quadros 6.13 e 6.14 representam os resultados da aplicação de um questionário *online* durante o treinamento.

Avaliação diagnóstica	Operador 1	Operador 2	Operador 3	%
	1. Correto	1. Correto	1. Correto	100 %
	2. Correto	2. Errado	2. Correto	66%
	3. Correto	3. Correto	3. Correto	100%
	4. Errado	4. Correto	4. Errado	33%
	5. Correto	5. Errado	5. Correto	66%
	6. Correto	6. Correto	6. Correto	100%
	7. Correto	7. Correto	7. Errado	66%
	8. Correto	8. Correto	8. Correto	100%

Quadro 6.13: Resultados da avaliação diagnóstica

Avaliação somativa	Operador 1	Operador 2	Operador 3	
	1. Correto	1. Correto	1. Correto	100%
	2. Correto	2. Correto	2. Correto	100%
	3. Correto	3. Correto	3. Correto	100%
	4. Correto	4. Correto	4. Correto	100%
	5. Correto	5. Correto	5. Correto	100%
	6. Correto	6. Correto	6. Correto	100%
	7. Correto	7. Correto	7. Correto	100%
	8. Correto	8. Errado	8. Correto	66%

Quadro 6.14: Resultados da avaliação somativa

No Quadro 6.15 são resumidas as considerações dos operadores obtidas através de entrevistas realizadas por especialistas em treinamento, antes e após os testes. Estas entrevistas apresentaram uma série de evidências positivas em relação ao uso de AVA, simuladores e multimídia interativa em situações de treinamento.

Entrevista pós-teste – Avaliação do ambiente de aprendizagem			
	Dificuldades	Opiniões	Sugestões
Operador1	<ul style="list-style-type: none"> • Opinião positiva sobre o ambiente virtual de aprendizagem; • Preferência por textos curtos seguidos de atividades de aprendizagem; • Preferem atividades de aprendizagem e avaliação práticas; • Consideraram a avaliação adequada ao conteúdo disponibilizado; • Preferem videoaulas, animações e recursos multimídia a textos; • São favoráveis a aumentar a frequência de interação com colegas; • Todos já utilizaram a plataforma <i>Moodle</i> em outros treinamentos. 		
Operador2			
Operador3			

Quadro 6.15: Considerações dos operadores

Como continuação desta pesquisa sugere-se que tanto a metodologia *i-blended*, quanto as matrizes de seleção de estratégias e os módulos de aprendizagem sejam avaliados e criticados de forma mais sistemática por profissionais responsáveis pela elaboração de programas de capacitação de operadores.

6.11 Considerações finais deste capítulo

Este trabalho procurou contribuir com uma metodologia para suportar a criação de artefatos e experiências de aprendizagem a partir de recomendações para as abordagens instrucionais, recursos e ferramentas computacionais utilizados na instanciação de módulos de aprendizagem para treinamento em ambientes de *e-learning*. Neste sentido, a aplicação de uma metodologia de filtragem e recomendação oferece uma abordagem instrucional mais ampla para alcançar os objetivos de aprendizagem segundo critérios de operadores e tarefas.

Este trabalho realizou um estudo crítico dos ambientes de *e-learning* vislumbrando a

possibilidade de se implantar o treinamento teórico e prático de operadores, com o suporte de sistemas especialistas como simuladores, utilizando-se um modelo de aprendizagem combinada, que considera a possibilidade de personalizar as experiências instrucionais no contexto do conhecimento/habilidades, fornecendo acesso aos operadores a ambientes e ferramentas capazes de orientar a instrução e avaliar o desempenho observado.

Este estudo provou ser possível especificar modelos e instanciar módulos de aprendizagem formados pela combinação de abordagens pedagógicas, recursos instrucionais e ferramentas computacionais. Vislumbrou-se a possibilidade de implementar o treinamento teórico e prático de operadores a distância em ambientes de *e-learning*, fornecendo via *Internet* acesso ao treinamento continuado, acessível 24 horas por dia, todos os dias.

Observou-se a demanda crescente por modelos de treinamento que combinem as tradicionais atividades presenciais em sala de aula, com a disponibilização de recursos instrucionais e ferramentas de comunicação em ambientes virtuais colaborativos, onde são compartilhados repositórios de projetos, objetos e módulos de aprendizagem. O sistema elétrico moderno exige o treinamento constante de todos os profissionais envolvidos na sua operação e administração e os ambientes de *e-learning* se apresentam como alternativas viáveis para atender esta demanda.

Os ambientes de *e-learning* abrem as portas para desenvolver programas de treinamento, capacitação e certificação com qualidade, provocando mudanças no processo de treinamento, com ênfase na instrução mediada por computador através de dispositivos eletrônicos. O principal instrumento para a operacionalização desta modalidade de ensino são certamente os ambientes virtuais de aprendizagem, que além de formalizar a instrução, avaliam a aprendizagem e fornecem pareceres destas avaliações.

Os simuladores e laboratórios virtuais integrados aos ambientes de aprendizagem se mostraram ferramentas poderosas para o desenvolvimento de programas de capacitação e treinamento a distância. Além de fornecer cenários de treinamento altamente realísticos, estes sistemas interagem com o operador estimulando a atenção e proporcionando elevação do interesse, gerando resultados de aprendizagem e desempenho comparáveis aos obtidos em treinamentos realizados de maneira presencial.

A adoção de instrumentos que facilitem o projeto instrucional é fundamental e, nesse contexto a utilização de ontologias se mostrou muito útil na classificação dos conhecimentos necessários para estruturar, organizar e planejar as experiências de aprendizagem, programas de capacitação e módulos de aprendizagem.

A metodologia *i-blended* foi concebida de forma independente de qualquer modalidade educacional (presencial ou à distância). Ela objetiva a efetividade da instrução, definindo de forma clara os objetivos, as estratégias e os recursos instrucionais mais adequados às experiências de aprendizagem.

A partir dos roteiros elaborados na empresa CHESF para o treinamento dos operadores, esta pesquisa demonstrou como mapear estes roteiros para ambientes de *e-learning*, apresentando o potencial da metodologia *i-blended* quando utilizada para gerar recomendações e modelos para a construção de módulos de aprendizagem, em um processo de seleções sucessivas, adotando como critérios: o estilo de aprendizagem, os requisitos da tarefa, as categorias de conteúdo e treinamento e o ambiente onde a aprendizagem será executada.

Os modelos para módulos podem ser modificados de acordo com as necessidades do treinamento ou para satisfazer diferentes estilos de aprendizagem. As estratégias instrucionais também podem ser adaptadas a diversos contextos. A combinação de formatos heterogêneos de atividades e de recursos é necessária para que os diferentes estilos de aprendizagem levem a desempenhos equivalentes.

CAPÍTULO 7: CONCLUSÕES E OBSERVAÇÕES FINAIS

Este capítulo finaliza esta tese enunciando as suas conclusões, delineando suas principais contribuições e providenciando uma série de tópicos de pesquisa a serem explorados em trabalhos futuros. Realiza-se uma reflexão crítica do trabalho desenvolvido durante o período de proposição e elaboração desta tese e também o levantamento de algumas conclusões relativas ao trabalho efetuado.

Serão apresentadas considerações com relação às propostas de ontologia, metodologia de filtragem e recomendação e modelos de módulos de aprendizagem. Abordam-se também considerações sobre o sistema SAPI (Apêndice B) e a automatização do projeto instrucional. Conclui-se com a apresentação de possíveis caminhos para outros projetos a partir das propostas deste trabalho. No desenvolvimento deste trabalho foram abordados um conjunto de assuntos heterogêneos porém relacionados em relação ao ensino a distância e o treinamento virtual de operadores.

7.1 Conclusões e discussões

Esta pesquisa foi conduzida em um contexto que promove a integração das teorias pedagógicas, ambientes, simuladores e laboratórios virtuais em modelos para módulos de aprendizagem combinados a partir de características específicas do estilo de aprendizagem do operador, dos domínios do conhecimento, dos contextos da tarefa e do treinamento, e principalmente de acordo com os objetivos de aprendizagem.

Estas características foram abordadas sob diferentes perspectivas que trouxeram muitas ideias e desafios ao treinamento de operadores. Sobre estas perspectivas, quatro principais questões de pesquisa foram estabelecidas e as respostas associadas foram obtidas durante o desenvolvimento desta pesquisa. Por consequência, conclui-se esta tese fornecendo estas respostas, como discutidas a seguir.

Questão 1: É possível desenvolver o treinamento teórico e prático de operadores, em ambientes de e-learning apoiados por simuladores e laboratórios virtuais, com vistas a aperfeiçoar habilidades e ampliar o desempenho na operação de sistemas elétricos?

Em relação ao treinamento teórico de operadores esta pesquisa realizou uma série de testes onde foram avaliados quatro ambientes virtuais de aprendizagem: *Moodle*, *ATutor*, *Claroline* e *Ilias*, cujos resultados foram apresentados em Focking, et al. (2011). A plataforma *moodle*

selecionada nesta pesquisa apresenta uma série de ferramentas próprias para desenvolvimento de objetos de aprendizagem, é compatível com dezenas de aplicações e recursos multimídia, além de permitir a integralização de objetos de aprendizagem criados com outras ferramentas e também de recursos disponibilizados gratuitamente via *Internet*. A finalidade do estudo foi assegurar que projetistas instrucionais, instrutores e desenvolvedores possuem suporte adequado à especificação e construção de módulos de aprendizagem adequados ao treinamento teórico, necessário para entendimento dos conceitos, procedimentos e normativos aos quais os processos de operação de sistemas elétricos estão submetidos.

Em relação ao treinamento prático de operadores, foi proposto nesta pesquisa e publicado por Focking, et al. (2012b) uma infraestrutura computacional de suporte composta por três componentes didático-pedagógicos, são eles: (i) o ambiente virtual de aprendizagem, (ii) um laboratório de instrumentação virtual e, (iii) um simulador. A partir destes recursos e da adoção de tecnologias da informação e comunicação (TIC), é possível representar, para fins de treinamento, o comportamento de processos, sistemas, dispositivos, equipamentos e materiais encontrados nos ambientes de trabalho dos operadores de sistemas elétricos.

A infraestrutura computacional que compõe o ambiente de treinamento prático é composta de três camadas: a camada de acesso que gerencia via *browser* o acesso ao ambiente virtual de aprendizagem, a recuperação de recursos instrucionais e a execução dos módulos de aprendizagem do lado do usuário. A camada intermediária constitui a infraestrutura de rede e os recursos de navegação, comunicação, compartilhamento e armazenamento. A camada de armazenamento é representada por um conjunto de repositórios distribuídos, gerenciados pelo módulo repositório na plataforma *moodle*.

Nos testes práticos realizados nesta pesquisa foram utilizados instrumentos virtuais criados no ambiente *LabView*®, os simuladores SimuLIHM (LIHM), o simulador de redes de computadores *Cisco Packet Tracer* (Cisco), simuladores de sensores e circuitos elétricos e o simulador de proteção a distância da *Alston*. Os testes preliminares realizados com o ambiente de treinamento evidenciaram que do ponto de vista pedagógico, o arcabouço para construção de módulos de aprendizagem, associado à infraestrutura computacional proposta, se mostrou uma combinação adequada às situações de aprendizagem típicas de um treinamento teórico - prático de operadores de sistemas elétricos.

Questão 2: Como combinar estes recursos e ferramentas instrucionais para projetar experiências de aprendizagem adequadas ao perfil do operador e aos objetivos do treinamento teórico e prático?

Esta pesquisa considerou combinar recursos e ferramentas instrucionais na forma de módulos de aprendizagem especificados e construídos a partir do perfil do operador, dos domínios do conhecimento, do contexto da tarefa, da categoria de conteúdo e treinamento teórico e prático. Foi construída a ontologia de módulos de aprendizagem com o objetivo de obter o conhecimento a respeito do domínio e da grande variedade de recursos e ferramentas disponíveis para uso em ambientes tradicionais de treinamento combinados com ambientes virtuais de *e-learning*.

O objetivo principal desta ontologia é fornecer um instrumento de classificação da informação utilizada para estruturar, organizar e planejar as experiências de aprendizagem, combinando o estilo de aprendizagem, as estratégias de aprendizagem, os domínios do conhecimento, o contexto da tarefa, os objetivos de aprendizagem, os recursos instrucionais e as ferramentas computacionais, para formalizar modelos para módulos de aprendizagem voltados ao treinamento de operadores em ambientes de *e-learning*.

O objetivo secundário da ontologia de módulos de aprendizagem é subsidiar de informações uma metodologia estruturada proposta nesta pesquisa para facilitar o processo de especificação do projeto instrucional de módulos de aprendizagem e a personalização de ambientes, ferramentas e recursos instrucionais.

Questão 3: As arquiteturas de projeto instrucional podem contribuir na especificação de experiências e ambientes que promovam a integração de estratégias, recursos e ferramentas adequadas ao estilo de aprendizagem do operador?

O projeto instrucional envolve executar o planejamento, desenvolvimento e aplicação de princípios pedagógicos na concepção de experiências instrucionais que facilitem a aprendizagem. As características instrucionais encontradas em cada arquitetura de projeto instrucional adotada nesta pesquisa, são sintetizadas em um conjunto de estratégias que implementam práticas pedagógicas visando a obtenção de um objetivo de aprendizagem específico.

A **arquitetura receptiva** é tipificada por uma abordagem baseada em leituras e interpretações. Assume que a aprendizagem surge da aquisição da informação. Caracteriza-se

por providenciar poucas oportunidades de interação e realimentação e as atividades práticas servem de suporte às atividades teóricas. É uma abordagem usada para modelar experiências instrucionais tradicionais ou baseadas em ambientes de *e-learning*.

A **arquitetura direcionada** reflete raízes comportamentais tendo como principal objetivo o fortalecimento da resposta. Caracteriza-se pelo alto grau de suporte instrucional, assumindo que respostas frequentes a questionamentos com apropriada realimentação podem mediar e desenvolver a aprendizagem. Enfatiza a aquisição de conhecimentos associados a habilidades.

A arquitetura **descoberta guiada** reflete um modelo cognitivo de aprendizagem que assume a instrução como um processo construtivo, ativo e mediado por estratégias instrucionais pautadas na resolução de problemas, estudos de casos e tutoriais.

A **arquitetura exploratória** reflete um modelo cognitivo de aprendizagem com ênfase construtivista. Caracteriza-se pela instrução com alto grau de controle do operador, cujo objetivo principal é proporcionar um ambiente instrucional robusto, ao contrário das limitações impostas pela aprendizagem tradicional. O operador deve encontrar e processar informações relevantes disponibilizadas em ambientes virtuais que formam uma rede de recursos e ferramentas acompanhadas de capacidades de navegação e de procura rápida.

A formatação dos modelos para módulos de aprendizagem propostos nesta pesquisa partiu da combinação dos seguintes critérios: estratégia de aprendizagem (exploratória, dialógica, integração), ambiente de treinamento (virtual ou presencial), objetivo de treinamento (teórico ou prático), tipo de interação (síncrona ou assíncrona), apoio de recursos (sim ou não), utilização de ferramentas computacionais (sim ou não) e modelo de avaliação (conhecimento ou desempenho).

A combinação destes critérios permitiu instanciar 16 (dezesseis) modelos para módulos de aprendizagem, contextualizados ao treinamento teórico e prático de operadores de sistemas elétricos. A partir do que foi possível observar nos modelos instanciados, cada arquitetura tem seu lugar apropriado na instrução e cada uma se aplica melhor dependendo dos objetivos do treinamento, da base de conhecimentos e do estilo de aprendizagem dos operadores.

Neste contexto, durante a construção do projeto instrucional, uma das arquiteturas é adotada como um *framework* padrão que serve de modelo à especificação de módulos de aprendizagem contextualizados. É objetivo destes modelos, oferecer experiências de aprendizagem autênticas que envolvam os operadores na resolução de problemas, através de interação, colaboração e exploração de múltiplas perspectivas instrucionais. O destaque de

estratégias instrucionais específicas em cada modelo favorece a troca de papéis, a articulação e a geração de hipóteses, promovendo a aprendizagem autodirigida característica dos ambientes de *e-learning*.

Questão 4: Avaliação do impacto da aplicação da metodologia *i-blended* no projeto e desenvolvimento de módulos de aprendizagem, utilizados no treinamento teórico e prático de operadores de sistemas elétricos.

Este impacto pode ser percebido durante a execução desta pesquisa, onde o autor analisou diversos cursos disponíveis na plataforma (<http://ntead2.ifto.edu.br/moodle2>), onde foi possível observar a inexistência de um padrão pedagógico, desconsideração do perfil dos operadores, não utilização das ferramentas de interação, falta de determinação de objetivos de aprendizagem claros e mensuráveis. Percebeu-se que os ambientes virtuais oferecidos aos operadores simplesmente armazenam e compartilham conteúdos e atividades instrucionais. Neste sentido partiu-se para a construção de módulos de aprendizagem personalizados, orientados por estratégias instrucionais, com oferta de recursos e ferramentas computacionais sofisticadas (simuladores, laboratórios, animações interativas) em ambientes cada vez mais interativos e colaborativos.

Na análise de alguns cursos à distância desenvolvidos pelo NTEaD - *Núcleo de Tecnologias em Educação à Distância* do IFTO, observa-se que a aplicação da metodologia *i-blended* pode melhorar a qualidade destes cursos e conseqüentemente do processo de ensino e aprendizagem. Existem muitos vícios remanescentes dos processos instrucionais tradicionais, que insistem em serem aplicados no ensino a distância. Destaca-se a distribuição linear de conteúdos e atividades, a inexistência de objetivos de aprendizagem claros e principalmente a baixa utilização de ferramentas de interação, suporte e compartilhamento de conteúdos e opiniões.

O papel da metodologia *i-blended* é provocar a mudança de paradigmas e promover a combinação de estratégias e recursos instrucionais fornecidos em ambientes virtuais multimídia, com suporte de ferramentas computacionais distribuídas. Este *framework* sustenta-se nos princípios pedagógicos que melhor se adéquam às necessidades instrucionais do treinamento e da tarefa, para construir práticas instrucionais inovadoras utilizando linguagens e recursos que estimulam a aprendizagem teórica e prática, em novas abordagens que combinam treinamento presencial com treinamento à distância com suporte de ambientes virtuais.

O uso deste *framework* aperfeiçoa o desenvolvimento dos módulos de aprendizagem e padroniza seu formato gráfico bem como facilita o uso de outros módulos construídos para os objetivos de aprendizagem definidos. Entre as expectativas do desenvolvimento desta pesquisa estão o impacto em relação a modelos padronizados para módulos de aprendizagem, consolidando o uso de tecnologias computacionais combinadas em ambientes virtuais permitindo a execução de experiências instrucionais mais criativas, que oportunizem uma aprendizagem ativa dos operadores tanto nos aspectos do conhecimento teórico quanto no desenvolvimento de habilidades práticas.

Em se tratando de treinamento de operadores de sistemas elétricos, certos processos cognitivos, tais como resolução de problemas e simulações são particularmente importantes em experiências de aprendizagem. Além disso, operar sistemas elétricos envolve inovação, criatividade e interação entre os membros da equipe, o que faz dos ambientes virtuais e suas ferramentas de interação e colaboração importantes aliados da aprendizagem.

Como a maioria dos outros profissionais, os operadores devem se envolver na aprendizagem ao longo da vida, a fim de manter-se atualizado em seu campo profissional. Isto significa que a disponibilização de um ambiente virtual composto de recursos, atividades, ferramentas computacionais, simuladores e repositórios é significativo para o treinamento teórico e prático de operadores.

7.2 Principais contribuições

A metodologia *i-blended* é uma iniciativa na busca de mudanças no modelo tradicional de treinamento, para um sistema mais interativo, colaborativo, dinâmico e flexível, onde instrutores e operadores podem desenvolver experiências de aprendizagem contextualizadas aos estilos de aprendizagem, domínios do conhecimento, tarefa e treinamento.

A metodologia *i-blended* surge como uma possibilidade de aplicar novas abordagens instrucionais em ambientes de *e-learning*, seja no treinamento especializado de operadores ou no ambiente acadêmico, tornando as experiências de aprendizagem mais atrativas e eficientes diante de um público alvo com características e necessidades distintas.

As propostas formalizadas não pretendem substituir o modelo de treinamento utilizado atualmente, pelo contrário, buscou-se provar que os ambientes, simuladores e laboratórios virtuais podem servir como ferramentas de suporte ao treinamento tradicional, enriquecendo as experiências de aprendizagem, contextualizando as teorias pedagógicas, flexibilizando o

processo instrucional e oportunizando possíveis avanços em índices de aprendizagem e desempenho.

Buscou-se neste estudo proporcionar aos operadores um arcabouço tecnológico de apoio à experiência de aprendizagem com possibilidade de realizar tanto a simulação dos procedimentos operacionais quanto ao sequenciamento dos passos de manobras operacionais.

Estas abordagens podem ser customizadas para diversas aplicações instrucionais que utilizem simuladores como ferramenta de treinamento prático e que pode ser acoplado ao ambiente virtual de aprendizagem ou que tenha acesso via *web*. As demais atividades de aprendizagem teórica, de avaliação e discussão podem ser generalizadas para qualquer objetivo de aprendizagem.

Vislumbraram-se as abordagens de treinamento de novos operadores em cenários simulados idênticos ao ambiente da planta, instalações, armários e painéis, permitindo que o ambiente virtual de aprendizagem e simuladores ampliem as possibilidades de treinamento teórico e prático dos programas de capacitação.

A construção da ontologia de módulos de aprendizagem representa uma contribuição importante para a classificação da informação que pode ser utilizada para estruturar, organizar e planejar as experiências de aprendizagem. A ontologia provê a orientação para que projetistas instrucionais especifiquem claramente os objetivos de aprendizagem e direcionem ações para a construção de módulos de aprendizagem eficazes, dotados de características que atendem os estilos de aprendizagem do operador.

Finalmente, concluímos que as metodologias ou técnicas de recomendação, são elementos chave durante as etapas de projeto e construção de módulos de aprendizagem ou qualquer outro artefato destinado à educação a distância. Estas metodologias permitem personalizar a experiência de aprendizagem, oferecendo ao operador em treinamento, atividades, recursos e ferramentas adequadas às suas necessidades de treinamento e capazes de promover o conhecimento.

7.3 Trabalhos futuros

Os trabalhos futuros podem dar continuidade, complementar ou expandir a pesquisa desta tese. A seguir são apresentadas algumas possibilidades e sugestões:

- Implementação do Sistema **SAPi** e aplicação no desenvolvimento da matriz de projeto instrucional para os cursos de pós-graduação a Distância no IFTO.

- Implantação do laboratório virtual de redes de computadores para apoio às atividades práticas das disciplinas dos cursos técnicos e tecnológicos no IFTO.
- Ajustar a matriz de projeto instrucional para atender as demandas do curso de Pós-Graduação em Telemática a Distância no IFTO.
- Promover eventos de divulgação e treinamento em ferramentas para modelagem e criação de objetos de aprendizagem para uso em ambientes virtuais.
- Realizar estudos relacionados a utilização dos módulos de aprendizagem instanciados a partir da ontologia de módulos de aprendizagem e analisar a aplicabilidade deste modelo sob condições específicas das diferentes teorias de aprendizagem.

7.4 Considerações Finais

A pesquisa aqui delineada buscou evidências para compreender o impacto do uso da metodologia *i-blended* na modelagem de novas práticas instrucionais, além dos desafios e gargalos identificados na recomendação de estratégias adequadas aos diferentes estilos de aprendizagem que cada operador apresenta. Também se averiguou como a incorporação de novas ferramentas na instrução podem abrir novas oportunidades para a redefinição de estratégias instrucionais e modificação da cultura organizacional de treinamento.

O incremento no uso da *internet* para atividades de trabalho, diversão e treinamento, especialmente por operadores jovens, coloca pressão sobre os projetistas instrucionais que devem adaptar e inovar as práticas instrucionais, forçando-os a conhecer e utilizar recursos instrucionais digitais e oportunidades alternativas de treinamento, desenvolvendo uma nova cultura de instrução que encoraja a criatividade e o engajamento ativo e que é aberta a inovação e evolução.

A crescente conectividade possibilita que cada operador atue como um agente ativo da aprendizagem, criando um contexto colaborativo com espaço para aprender por meio de experiências instrucionais dinâmicas. As estratégias de treinamento devem visar a formação neste contexto, pois grande parte das equipes de novos operadores é formada por “operadores 2.0”, ou seja, indivíduos habituados a utilizar diferentes ferramentas disponíveis na *Internet* para entretenimento, interação, negócios e instrução.

No contexto das ferramentas computacionais os ambientes, simuladores e laboratórios virtuais fornecem novas abordagens para a produção, uso, armazenamento e a gestão digital do treinamento, gerando novos formatos para a disseminação, aquisição e administração do conhecimento. Este *framework* incrementa o acesso e disponibilidade de experiências

instrucionais, fornecendo aos instrutores e projetistas instrucionais diferentes plataformas que apresentam uma ampla variedade de recursos e ferramentas virtuais.

Os ambientes virtuais de aprendizagem permitem a produção de recursos digitais de alta qualidade, flexíveis, modulares e ajustáveis, os quais são customizados para uma ampla faixa de diferentes contextos. Estas particularidades originam novas estratégias que diversificam, melhoram e ampliam os métodos instrucionais para teoria e prática e suprem o projetista instrucional com ferramentas e recursos adaptáveis e acessíveis.

O *framework* tecnológico promove também a criação de abordagens instrucionais que embarcam recursos computacionais, simulações em ambientes 3D, realidade virtual e outros ambientes que causam a imersão do operador em cenários de treinamento tão realísticos quanto o ambiente de trabalho. As aplicações multimídia disponíveis na *web*, embarcadas em modernos dispositivos de comunicação, estimulam diferentes canais sensoriais, promovendo oportunidades de aprendizagem mais engajadoras, com suporte individualizado de acordo com as preferências do operador.

Este *framework* suporta ainda a implantação de projetos colaborativos os quais habilitam os operadores a explorar o conhecimento dos demais participantes e o desenvolvimento de suas próprias ideias em um ambiente criativo e de suporte, que permite a interação fora dos momentos de treinamento, enriquecendo as experiências de aprendizagem e preparando os operadores para a operação conjunta.

Comunidades de aprendizagem em ambientes virtuais podem eficientemente complementar ou substituir as atividades de comunicação e colaboração entre os participantes. E ainda, o potencial destes ambientes e ferramentas é ampliado quando associados a plataformas de rede e *Internet*, quebrando barreiras de tempo e espaço, apoiando a interação e a colaboração entre operadores e instrutores, facilitando a gestão do treinamento.

A oferta abundante de ferramentas computacionais de apoio ao treinamento promove a inovação pedagógica e o suporte a processos de ensino e aprendizagem que provocam a colaboração e a personalização. Também, permite aos projetistas instrucionais misturar e combinar recursos e ferramentas, criando abordagens instrucionais personalizadas e adaptadas às preferências do operador, oferecendo estímulos a diferentes canais sensoriais durante cenários de treinamento mais envolventes.

Como uma consequência do poder do *e-learning* em apoiar a colaboração e personalização, a aprendizagem torna-se um processo onde são promovidas a motivação, a participação e a reflexão. Ambientes virtuais e ferramentas de interação e colaboração originam novos

padrões de comunicação entre o ambiente, os operadores e instrutores, modificando os papéis dos participantes do processo instrucional. Instrutores tornam-se projetistas, coordenadores e moderadores dentro do mesmo ambiente educacional. Por outro lado, os operadores podem lucrar com aplicações flexíveis e dinâmicas adequadas aos seus estilos de aprendizagem.

Os instrutores possuem um papel crítico e essencial na aplicação de mudanças, defendendo práticas pedagógicas inovadoras e mediando a discussão entre os atores envolvidos na construção do processo instrucional. Instrutores devem melhorar e atualizar constantemente as habilidades no uso de sistemas de informática, bem como de seus operadores, e ao mesmo tempo, assegurar um ambiente virtual de aprendizagem acessível, seguro, altamente funcional e ajustado aos objetivos de aprendizagem.

Os modelos de treinamento na indústria devem ser avaliados criticamente e terem revisadas suas estratégias instrucionais para acomodar as inovações tecnológicas e pedagógicas. Deve ser assegurada a implantação de uma infraestrutura computacional para suporte ao ambiente virtual, no qual serão disponibilizados os recursos e ferramentas de aprendizagem, acessíveis a todos os operadores e instrutores.

Os procedimentos de avaliação e de classificação da aprendizagem e desempenho devem envolver a análise do conhecimento adquirido e das habilidades desenvolvidas pelo operador. Quanto aos aspectos formativos, devem-se observar suas atitudes diante da execução de cenários de treinamento simulados, reproduzindo situações de rotina na operação e que diretamente influenciam na melhora do desempenho na tarefa.

Os critérios de avaliação devem estar fundamentados nos objetivos de aprendizagem e devem ser específicos para cada categoria de treinamento e adequados ao estilo de aprendizagem do operador. Critérios tipicamente adotados na avaliação de aprendizagem e desempenho de operadores e considerados relevantes no contexto desta pesquisa são listados a seguir:

- Uso adequado da fraseologia e termos durante a comunicação verbal entre operadores e centros de operação;
- Ações executadas pelo operador e a sequência na qual que foram executadas;
- Tempo despendido na realização de tarefas, na tomada de decisão, na identificação e resolução de problemas;
- Conhecimento e uso adequado dos normativos da empresa e dos equipamentos de proteção e do funcionamento e localização dos objetos na instalação.

Concluindo, argumenta-se que as tecnologias computacionais (AVA, sistemas hipermídia, *internet*, objetos de aprendizagem, simuladores e laboratórios virtuais) podem ajudar a fornecer a integração necessária entre a ciência instrucional e as teorias de aprendizagem. Por

outro lado, especificar modelos para módulos de aprendizagem para ambientes de *e-learning* podem determinar a maneira como os estilos de aprendizagem, as estratégias instrucionais e as tecnologias computacionais são integradas em experiências de aprendizagem eficientes.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguiar, Y. P. C. & Vieira, M. F. Q., **Proposal of a protocol to support product usability evaluation**. In: Fourth IASTED International Conference Human-Computer Interaction, St. Thomas. Proceedings of Fourth IASTED International Conference Human-Computer Interaction, p. 282-289. 2009.
- Technical Manual. Numerical Distance Protection Relays - MiCOM P441, P442, P444 - Alston**. 2011.
- Anastasiou, L. C. & Alves, L. P., **Estratégias de ensinagem. Processos de ensinagem na universidade. Pressupostos para as estratégias de trabalho em aula**. 3ªed. Joinville: Univille. 2004.
- Anderson, L.W. (Ed.), Krathwohl, D.R. (Ed.), Airasian, P.W., Cruikshank, K.A., Mayer, R.E., Pintrich, P.R., Raths, J. and Wittrock, M.C., **A Taxonomy for Learning, Teaching, and Assessing: A Revision of Bloom's Taxonomy of Educational Objectives**. Complete edition, New York: Longman. 2001.
- Anderson, T., **Theory and practice of online learning** (2nd Ed.). 2008. Disponível em: http://cde.athabasca.ca/online_book/. Acesso em: 30/01/2013.
- Anderson, T. & Dron, J., **Three Generations of Distance Education Pedagogy**. In International Review of Research in Open and Distance Learning, 12(3), pp. 80-97. 2011. Disponível em: www.irrodl.org/index.php/irrodl/article/view/890. Acesso em: 21/12/2013.
- Arora, I., Moudgalya, K., Venkata, K., V., Rokade, R., **A low cost, scalable, virtual control laboratory**. 9th IEEE International Conference on Control and Automation (ICCA), pp. 1139 – 1144. 2011.
- Aydogmus, Z.; Aydogmus, O.; **A Web-Based Remote Access Laboratory Using SCADA**. Education, IEEE Transactions on, 52, 1, 126 –132. ISSN 0018-9359. 2009.
- Bailey, J. E. & Pearson, S. W., **Development of a Tool for Measuring and Analyzing Computer User Satisfaction**. Management Science. Vol.. 29, n. 5, p. 530-545. 1983.
- Barbosa, C.E.M., **Estudo de Técnicas de Filtragem Híbrida em Sistemas de Recomendação de Produtos**. Monografia. Curso de Ciência da Computação. Universidade Federal de Pernambuco. 2014.
- Barus, D.; Robaga, S.; Sinaga, P., **Dispatcher Training Simulator in ICC: Role-Play of Power System Blackout and Restoration**. National Electricity Company. IEEE. 2009.
- Bastien, C. & Scapin, D., **Ergonomic Criteria for the Evaluation of Human Computer Interfaces**. INRIA, 1993.
- Bauer, P., Fedak, V., Hajek, V., & Lampropoulos, I.: **Survey of Distance Laboratories in Power Electronics**. In 2008 Ieee Power Electronics Specialists Conference, Vols 1-10 (pp. 430–436). 2008.
- Behar, P.A.; Passerino, L.; Bernardi, M., **Modelos Pedagógicos para Educação a Distância: pressupostos teóricos para a construção de objetos de aprendizagem**. RENOTE. Revista Novas Tecnologias na Educação, v. 5, p. 25-38. 2007.
- Bellmunt, O. G; Miracle, D. M; Arellano, S. G & Andreu, A. S.; **A distance PLC programming course employing a remote laboratory based on a flexible manufacturing cell**. IEEE Trans. Educ., Volume 49, no. 2, pp. 278–284.2006.
- Bersin, J., **The Blended Learning Book: Best Practices, Proven Methodologies, and Lessons Learned**. San Francisco, CA: Pfeiffer. 2004.
- Bloom, et. al., **Taxionomia dos objetivos educacionais: domínio cognitivo**. Porto Alegre: Globo. 1972.

- Brazhnik, O., **Databases and the geometry of knowledge**. Data & Knowledge Engineering, v. 61, n. 2, p. 207-227, 2007.
- Burke, R., **Hybrid Recommender Systems: Survey and Experiments**. User Modeling and User-Adapted Interaction. 12(4): 331-370, 2002.
- CHESF NO-OC.01.14 – **Treinamento e certificação técnica de operadores de sistema, usina e subestação**. 2012.
- CHESF NO-OP.01.14 – **Manual da Operação**.2011.
- Clark, D. **Instructional System in Design: Learning Domains or Bloom’s Taxonomy**. Disponível em: www.nwlink.com/~donclark/hrd/bloom.html. Acesso em 09/09/2011.
- Clark, D. R. (2004). **Instructional System Design Concept Map**. Disponível em: <http://nwlink.com/~donclark/hrd/ahold/isd.html>. Acesso em 12/11/2012.
- Clark, R. C. & Mayer, R.E., **e-Learning and the Science of Instruction: Proven Guidelines for Consumers and Designers of Multimedia Learning**. 3rd Edition, Pfeiffer. 2011.
- Clark, R., **Building Expertise and The New ISD: Applying Cognitive Strategies to instructional Design**. 2002. Disponível em: www.ispi.org. Acesso 23/01/2014.
- Clark, R., **Developing Technical Training: A Structured Approach for Developing Classroom and Computer-Based Instructional Materials** (3rd ed.). Hoboken, NJ : John Wiley & Sons, Inc. 2009.
- Clark, R., **Training Aid for Cognitive Task Analysis**. Technical report. Institute for Creative Technologies to the Center for Cognitive Technology, University of Southern California. 2006.
- Clark, R.C., **Four architectures of instruction**. Performance Improvement. 2000.
- Cmuk, A, Mutapcic, B & Bilic, C.; **MIRACLE—Model for Integration of Remote Laboratories in Courses that Use Laboratory and e-Learning Systems**. IEEE transactions on learning technologies, VOL. 2. 2009.
- Culatta, R., **Instructional Design**. 2011. Disponível em: www.instructionaldesign.org/. Acesso em: 09/09/2013.
- Dabbagh, N., Bannan-Ritland, B., **Online Learning – Concepts, Strategies and Application**. Pearson. Merrill Prentice Hall. Ohio. 2005.
- Davoli, F.; Palazzo, S.; Zappatore, S., **Distributed Cooperative Laboratories: Networking, Instrumentation, and Measurements**. Springer-Verlag ISBN 978-0-387-29811-5, New York. 2006.
- Dean, P., Stahl M., Sylwester, D. & Peat, J., **Effectiveness of combined delivery modalities for distance learning and resident learning**. Quarterly Review of Distance Education. ISSN: ISSN-1528-3518. Reports – Research. University of Tennessee. 2001.
- Devedzic, V., **Semantic web and education**. US: Springer US. 2006.
- Diamond, R. M. **Designing & improving courses and curricula in higher education: A systematic approach**. San Francisco, CA: Jossey-Bass. 1989.
- Dick, W. & Carey, L., **The systematic design of instruction**. 4th ed. New York, NY: Harper Collin.1996.
- Dos Santos, G. L., **Teaching and learning in the virtual environment: shifting paradigms**. Educação e Pesquisa. Vol.37 - N°2. ISSN 1517-9702. São Paulo. 2011.
- Dynamic Flight Inc., **The Learning Process**. 2003. Disponível em: www.dynamicflight.com/avcfibook/learningprocess/ . Acesso em 31/07/2013.

- Ekwensi, F.; Moranski, J. & Townsend-Sweet, M., **E-Learning Concepts and Techniques**. Bloomsburg University of Pennsylvania's Department of Instructional Technology. 5.1. Instructional Strategies for Online Learning. 2006. Disponível em: www.iadl.org.uk/FreeeBooks.htm. Acesso em 11/01/2014.
- Focking, G. P., Vieira, M. F. Q. & da Rocha Neto, J. S.; **Modelo conceitual e Ambiente virtual para treinamento na operação de sistemas elétricos**. IV Simpósio Brasileiro de Sistemas Elétricos. SBSE. Goiânia. GO. Brasil. 2012a.
- Focking, G. P., Vieira, M.F.Q., & da Rocha Neto, J. S.; **Treinamento teórico-prático de operadores de sistemas elétricos apoiado por ambiente virtual, simuladores e laboratório virtual**. Congresso Brasileiro de Automação. Campina Grande. PB. 2012b.
- Focking, G. P., Vieira, M.F.Q., & da Rocha Neto, J. S.; **Metodologia para recomendação de modelos para módulos de aprendizagem contextualizados por ontologias de domínio**. ABENGE – Revista de Brasileira de Ensino em Engenharia. Setembro. 2015.
- Feisel, L. & Rosa, A., **The role of the laboratory in undergraduate engineering education**. Journal of Engineering Education, 94(1), 121–130. 2005.
- Felder, R.M. & Silverman, L.K., **Learning and teaching styles in engineering education**. Journal of engineering education, v. 78, n. 7, p. 674-681. 1988. Disponível em: www.ncsu.edu/felder-public/learning_styles.html . Acesso em: 21/05/2013.
- Ferneda, E., **Recuperação de Informação: Análise sobre a contribuição da Ciência da Computação para a Ciência da Informação**. Tese de Doutorado. ECA-USP. São Paulo. 2003.
- Ferreira, V. H. & Raabe, A.L.A., **LORSys – Um Sistema de Recomendação de Objetos de Aprendizagem SCORM**. CINTED-UFRGS. Novas Tecnologias na Educação. 2010.
- Ferro ,M.R.C; Nascimento Júnior, H.M; Paraguaçu, F.; Costa, E.B; Monteiro, L.A.L.; **Um modelo de sistema de recomendação de materiais didáticos para ambientes virtuais de aprendizagem**. Anais do XXII SBIE - XVII WIE. Aracaju. 2011.
- Filatro, A., **Design Instrucional Contextualizado: educação e tecnologia**. Editora Senac. São Paulo. 2004.
- Filatro, A., **Design instrucional na prática**. São Paulo: Pearson. 2008.
- Gage, N.L., Berliner, D.C., **Educational Psychology**. Boston: Houghton Mifflin. 1992.
- Gaytan, J. & McEwen, B. C., **Effective online instructional and assessment strategies**. The American Journal of Distance Education. University Park: Vol 21. 2007.
- Gomes, M. J., **Gerações de Inovação Tecnológica no Ensino a Distância**. In Revista Portuguesa da Educação, Braga: Universidade do Minho, Instituto de Educação e Psicologia. 2003. Disponível em: <http://repositorium.sdum.uminho.pt/handle/1822/496>. Acesso em 12/10/2012.
- Gomes, L.; Bogosyan, S.; **Trends in Remote Laboratories**. IEEE Transactions on Industrial Electronics, v. 56, n. 12, p. 4744-4756. 2009.
- Graham, C. R., **Blended Learning Systems: Definition, Current Trends, and Future Directions**. The Handbook of Blended Learning: Global Perspectives, Local Design; San Francisco. 2006.
- Gruber, T., **What is an Ontology?** 1993. Disponível em: www.ksl.stanford.edu/kst/what-is-an-ontology.html. Acesso em: 03/08/2012.
- Gruber, T.R., **Towards principles for the design of ontologies used for knowledge sharing**. International Journal Human-Computer Studies, v.43, n.5.1995.(ACM).

- Guarino, N., **Formal Ontology and Information Systems**. In: Formal Ontology in Information Systems (FOIS'98), Trento. 1998.
- Guarino, N., **Formal ontology in information systems**. Trento, Italy: First International Conference on Formal Ontology in Information Systems. FOIS98. 1998. (ACM).
- Gustafson, K. L. **Survey of Instructional Development Models**. US Department of Education. Public Domain. 1991.
- Hanani U.; Shapira B.; Shoval P., **Information Filtering: Overview of Issues, Research and Systems**. In: User Modeling and User-Adapted Interaction. 11(3): 203-259, 2004.
- Hanson, B., Culmer, P., Gallagher, J., Page, K., Read, E., Weightman, A., & Levesley, M. **ReLOAD: real laboratories operated at a distance**. IEEE Trans. Learning Technol. 2009.
- Harrow, A.J., **A taxonomy of the psychomotor domain**. New York: David McKay Co. 1972. Disponível em: www.nwlink.com/~Donclark/hrd. Acesso em: 15/07/2013.
- Hassan, R., Omari, N., Arshad, H., Sahran, S., & Yusof, N. H.; **DigiLab: A virtual lab for IT students**. WSEAS Transactions on Advances in Engineering Education. 2010.
- Hercog, D.; Gergic, B., Uran, S. & K. Jezernik; **A DSP-Based Remote Control Laboratory**. IEEE Transactions On Industrial Electronics, Vol.54, No.6, December 2007.
- Holden, J. & Westfall, P.J.L., **An Instructional Media Selection Guide for Distance Learning**. 2nd ed. USDLA. USA. 2010. Disponível em: www.usdla.org/v/assets/pdf_files/AIMSGDL%202nd%20Ed._styled_010311.pdf. Acesso em: 20/01/2014.
- Horton, W. K., **E-Learning by design**. San Francisco, CA: Pfeiffer Publishing. 2006.
- Jing, Y.; Jeong, D.; Baik, D.K., **Sparql graph pattern rewriting for owl-dl inference query**: In: Fourth International Conference on Networked Computing and Advanced Information Management, 2008. NCM. 2008.
- Hoppe, G.; Breitner, M. H.; **Evaluation and optimization of e-Learning scenarios**. In: E-Learning Geschäftsmodelle und Einsatzkonzepte, ZfB Special Issue 2/2006, pag 43-61. Gabler Verlag, 2006.
- Jonassen, D., **Learning to solve problems: A handbook for designing problem-solving learning environments**. New York: Routledge. 2011.
- Kemp, J. E., Morrison, G. R., & Ross, S. V., **Design effective instruction**, New York: Macmillan. 1994.
- Kemp, J. E., **The instructional design process**. New York: Haper and Row. 1985.
- Kenski, V. M.; **Tecnologias e Ensino Presencial e a Distância**; Campinas: São Paulo, Papirus; 8ª. Edição, 2010.
- Ko, S. & Rossen. S., **Teaching online: A practical guide**. College teaching series. Boston: Houghton Mifflin. 2004.
- Kolb, D. A. **Experiential learning: Experience as the source of learning and development**. New Jersey: Prentice-Hall. 1984.
- Krešimir F., Hrvoje, J. & Nikica, H., **Comparison of e-Learning Management Systems**. Proceedings of the 5th WSEAS International Conference on E-Activities, Venice, Italy.2006.
- Kruse, K., **How to Write Great Learning Objectives**. Disponível em: www.e-learningguru.com/articles/art3_4.htm. Acesso em 26/04/2013.
- Lacasta, J. et al., **A web ontology Service to facilitate interoperability within a Spatial Data Infrastructure: Applicability do discovery**. *Data & Knowledge Engineering*, v. 63, n.

3, p. 947-971, 2007.

Lima, S. L.S., **Ergonomia Cognitiva e a Interação Pessoa-Computador: Análise da Usabilidade da Urna Eletrônica 2002 e do Módulo Impressor Externo**. Dissertação de Mestrado: Universidade Federal de Santa Catarina. PPGEP/UFSC. 2003.

Lichtnow, D. et al. **O uso de técnicas de recomendação para apoio à aprendizagem colaborativa**. Revista Brasileira de Informática na Educação. vol. 14, n.3, set. 2006.

Lopes, G. R.; **Sistema de recomendação para bibliotecas digitais sob a perspectiva da web semântica**. Workshop de Bibliotecas Digitais. 2006.

Lowe, D., **Remote Laboratories: Sharing Resources and Sharing Expertise**. Ascilite2012. Wellington. New Zeland. 2012.

Maia, M. C.; Mendonça, A. L.; Góes, P., **Metodologia de Ensino e Avaliação de Aprendizagem**. In: Congresso Internacional de Educação à Distância. Florianópolis-SC. 2005. Disponível em: www.abed.org.br/congresso2005/por/pdf/206tcc5.pdf. Acesso em: 11/03/2014.

Marion, A. L. C., **Métodos de ensino para cursos de administração: uma análise da aplicabilidade e eficiência dos métodos**. São Paulo: Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, 2007.

Maiti, A.; **NETLab: An Online Laboratory Management System**. International Journal of Online Engineering, 6(2), 31-36. 2010.

Marion, J. C.; Marion, A. L.C., **Metodologias de ensino na área de negócios. Para cursos de administração, gestão, contabilidade e MBA**. São Paulo: Atlas. 2006.

Martins, A.F., **Construção de Ontologias de Tarefa e sua Reutilização na Engenharia de Requisitos**. Dissertação de Mestrado, Espírito Santo: UFES. 2009.

Masseto, M. T. **Competência pedagógica do professor universitário**. São Paulo: Summus. 2003.

Mayer, R.E., Heiser, J., & Lonn, S., **Cognitive constraints on multimedia learning: When presenting more material results in less understanding**. Journal of Educational Psychology, 93, 187-198. 2001.

Mcateer E., **Focus Groups**. In J. Harvey (Ed.) The Evaluation Cookbook. Learning Technology Dissemination Initiative Institute, Edinburgh. 1998.

Melchior, M. C., **Avaliação Pedagógica: função e necessidade**. 2ª ed. Porto Alegre: Mercado Aberto. 1999.

Morais, E. A. M., & Ambrósio, A. P. L., **Ontologias: Conceitos, usos, tipos, metodologias, ferramentas e linguagens**. Technical Report. INF/UFG. 2007.

Moran, J. M.; Masetto, M.; Behrens, M. **Novas Tecnologias e Mediação Pedagógica**. 16ª ed. Campinas: Papirus, 2009.

Moreale, M., **Técnicas para Treinamento de Operadores de Sistema Elétrico Utilizando Simulador com Base na Interface de Tempo Real**. Dissertação de mestrado. Universidade Federal de Santa Catarina.PPGEE/UFSC. 2007.

Navarro V.; Linden, R.; Ribeiro, G.F.; Pereira, M.F.L.; Lannes, R.S.; Standke, C.R., **Simuladores para Treinamento de Operadores de Sistema e de Instalações do Setor Elétrico**. XIII ERIAC. Puerto Iguazú. Argentina. 2009.

Neto, S.C., **Dimensões de Qualidade em Ambientes Virtuais de Aprendizagem**. Tese de Doutorado. PPGADM. USP. São Paulo. 2009.

- Nielsen, J., **Heuristic evaluation**. In Usability Inspection Methods. Eds. John Wiley & Sons, New York, 25–62. 1994.
- Nielsen, J., **Usability testing**. In Salvendy, G. (Ed.), Handbook of Human Factors and Ergonomics, Second Edition, John Wiley & Sons. 1543-1568.1997.
- Oliveira, L; Figueira, R; Lopes, E., **Aplicação de um Metamodelo de Contexto a uma Tarefa de Investigação Policial**”. ONTOBRAS-MOST 2012, p. 284-289. 2012.
- Pedronette, D.; Torres, R.; **Uma plataforma de serviços de recomendação para bibliotecas digitais**. Simpósio Brasileiro de Banco de Dados. 2008.
- Petrucci, V. B. C. & Batiston, R. R., **Estratégias de ensino e avaliação de aprendizagem em contabilidade**. In: PELEIAS, Ivan Ricardo. (Org.) Didática do ensino da contabilidade. São Paulo: Saraiva. 2006.
- Piskurich, G., **Rapid Instructional Design: Learning ID Fast and Right**. San Francisco: Jossey-Bass, 2000.
- Plebani, S.; Domingues, M. J. C., **A utilização dos métodos de ensino: Uma análise em um curso de Administração**. Revista Angrad. v.10, n.2, abril/maio/junho, 2009.
- Procedimentos de Rede. Manual de Procedimentos da Operação**. Módulo 10 – Submódulo 10.22. Rotina RO-MP.BR.04. Certificação de 1ª parte dos operadores de sistema e de instalações. 2008.
- Rasmussen, J.; **“Skills, Rules, Knowledge; Signals, signs, symbols and other distinctions in performance models”**. IEEE Transaction on System, Man and Cybernetics, Vol 13(3). 1983.
- Reategui, E. B.; Cazella, S. C.; **Sistemas de Recomendação**. XXV Congresso da Sociedade de Computação: A Universalidade da Computação – um agente de inovação e conhecimento. Unisinos, São Leopoldo. 2005.
- Relatório técnico - I-TECH, **Formulação dos Objectivos de Aprendizagem Efectivos: Um guião de implementação técnica**. 2008.
- Ricci, F.; Nguyen & Quang Nhat. **Acquiring and revising preferences in a critique-based mobile recommender system**. IEEE Intelligent Systems, v.26, n.3, 2007.
- Rovai, A. P.; **Facilitating online discussions effectively**. Elseiver: The Internet and Higher Education, n. 10 p. 77–88, 2007.
- Schafer, J. B. et al., **Collaborative filtering recommender systems**. In: (Ed.). The adaptive web, pp.291-324, Springer, ISBN 3540720782. 2007.
- Scherer, D., **Proposta de Suporte Computacional ao MCI**. Dissertação de Mestrado. DEE/LIHM/UFCG. 2004.
- Schiffman, S. S., **Instructional systems design: Five views of the field**. In G. J. Anglin (Ed.), *Instructional technology: Past, present and future* (Second ed., pp. 131-142).Englewood, CO: Libraries Unlimited Inc. 1995.
- Shank, P., **Design Strategies for Online and Blended Learning**. The eLearning Guild’s Handbook of e-Learning Strategy. 2007.
- Singh, H. **Blended Learning**. Issue of Educational Technology, Vol 43, n. 6, pp. 51-54. 2003.
- Smith, P., & Ragan, T. J., **Instructional Design**. 2nd ed. John, Wiley & Sons, Inc. 1999.
- Soloman, B.A.; Felder, R. M. **Index of learning styles questionnaire**. Disponível em www.engr.ncsu.edu/learningstyles/ilsweb.html. Acesso em 02/05/2012.
- Sunil, L. & Saini, D.K., **Design of a Recommender System for Web Based Learning**.

- Proceedings of the World Congress on Engineering – WCE. London, U.K. 2013.
- Torres Filho, F. & Vieira, Maria de F. Q., **Abordagem Ontológica para Modelagem da Ihm de Subestações Elétricas.**” In *Anais CBA 2012*. Campina Grande - PB. 2012.
- Torres Filho, F.; Vieira, M.F.Q & Soares, W.L.F., **Processo para o desenvolvimento de cenários de treinamento para ambientes Virtuais 3D.** Simpósio Brasileiro de Automação Inteligente (SBAI). Fortaleza. CE. 2013.
- Turnell, M. F. Q. V., **Accounting for Human Errors in a Method for the Conception of User Interfaces** In: International Mediterranean Modeling MultiConference -I3M'04. Genova, Italy.2004.
- van Welie, M.; van der Veer, G.C., **Groupware Task Analysis. In: Handbook of Cognitive Task Design**, Eds: Erik Hollnagel, pp. 447-476. Lawrence Erlbaum Associates, New Jersey, US. 2003. Disponível em www.welie.com/about.html. Acesso em 01/11/2012.
- Vesin, B; Ivanovic, M.; Klasnja-Milicevic, A.; Budimac, Z.; **Rule-based reasoning for altering pattern navigation in programming tutoring system.** International Conference on System Theory, Control and Computing (ICSTCC). 2011.
- Watson, J., **Blending Learning: The Convergence of Online and Face-to-Face Education.** Promising Practices In Online Learning. Evergreen Consulting Associates. 2008.
- Wexley, K.N. & Latham, G.P., **Developing and Training Human Resources in Organizations.** Pearson/Prentice Hall, 2002.
- Wiley, D.A., **Connecting learning objects to instructional design theory. A definition, a metaphor, and a taxonomy.** In D.A. Wiley (Ed.). The Instructional Use of Learning Objects. 2000. Disponível em: <http://reusability.org/read/>. Acesso em 12/12/2014.
- Winckler, M.A. A. & Pimenta, M.S., **Análise e Modelagem de Tarefas.** Tutorial. LIIHS-IRIT/UFRGS/IHC2004. 2004.

APÊNDICE A

No Quadro 1 são apresentadas as principais estratégias instrucionais indicadas por pesquisadores e especialistas em EaD e *e-learning* para a obtenção de objetivos de aprendizagem (tipo de treinamento – teórico ou prático ou ambos). Cada estratégia instrucional é relacionada com os objetivos de aprendizagem para os quais é indicado e quais os recursos e ferramentas instrucionais são os mais adequados ao processo de ensino e aprendizagem. As descrições das estratégias instrucionais resultaram da compilação dos conceitos apresentados por especialistas.

Quadro 1: Descrição de estratégias, objetivos, recursos e ferramentas instrucionais

Estratégia Instrucional	Classe de Estratégia Instrucional	Descrição da Estratégia Instrucional	Recursos e Ferramentas Instrucionais
Objetivo Instrucional			
Aprendizagem pela descoberta	Estratégia exploratória síncrona teórica	Aprendizes buscam soluções para questões levantadas por um facilitador (pode ser acompanhada por um plano de ações). (DABBAGH & BANNAN-RITLAND, 2005); (KHAN, 2005)	AVA, vídeos, áudios, animações, hipertextos, <i>internet</i> , <i>intranet</i> , computador multimídia, simuladores.
Teórico			
Aprendizagem pela exploração	Estratégia exploratória síncrona prática	Aprendizagem pela exploração envolve o uso de recursos e atividades que integram o treinando na aprendizagem colaborativa para resolução de problemas ou desenvolvimento de projetos. A avaliação ocorre através de apresentações dos projetos ou das soluções encontradas para os problemas propostos. (DABBAGH & BANNAN-RITLAND, 2005); (KHAN, 2005).	AVA, computador multimídia, laboratório virtual, simuladores, telefones, rádios comunicadores, cenários, <i>internet</i> , <i>intranet</i> , pátio, painéis, instalações, armários, textos impressos ou digitais, normativas, roteiros de manobra, diagramas unifilares, manuais de operação lista de alarmes, vídeo e audioconferência.
Prático			
Apresentação multimídia	Estratégia de integração assíncrona teórica	As apresentações multimídia podem incentivar os alunos a se empenharem na aprendizagem ativa representando mentalmente o material em palavras e imagens e fazendo conexões mentais entre as representações visuais e verbais. Por outro lado, apresentar somente palavras pode incentivar os alunos – especialmente aqueles com menos experiência ou conhecimento linguístico – a participarem superficialmente da aprendizagem, por não conseguirem conectar as palavras com conceitos e outros conhecimentos (CLARK, MAYER, 2008).	AVA, Email, fórum, quadro branco, <i>blog</i> .
Teórico			
Apresentações ao vivo	Estratégia de integração síncrona teórica	Estratégia de aprendizagem onde os treinandos assistem a uma apresentação de especialista ou instrutor em ambiente presencial de treinamento ou através de vídeos gravado e disponibilizado em ambiente virtual. Normalmente ocorrem sessões de discussão após a apresentação. (KHAN, 2005). (KO & ROSSEN, 2004). (HORTON, 2006).	AVA, computador multimídia, vídeos, áudios, animações, hipertextos, <i>internet</i> , <i>intranet</i> , videoconferência, projetor digital, audioconferência.
Teórico			
Apresentações de vídeos	Estratégia de integração assíncrona teórica	A apresentação de vídeos é uma estratégia utilizada para a exploração de temas e têm como principal ponto positivo seu caráter de entretenimento (MARION, 2007). O autor ressalta algumas de suas limitações, como a	AVA, Email, fórum, quadro branco, <i>blog</i> .

Teórico		possibilidade de se levantarem muitos tópicos ou a perda de oportunidade de aproveitamento caso não sejam preparadas questões para discussão após a apresentação. MASETTO (2003) aponta algumas preocupações que o instrutor deve ter quando adotá-los, em especial com relação à estrutura física necessária, em termos de equipamentos e sala.	
Estratégia Instrucional	Classe de Estratégia Instrucional	Descrição da Estratégia Instrucional	Recursos e Ferramentas Instrucionais
Objetivo Instrucional			
Atividades de campo	Estratégia exploratória síncrona prática	Atividade fora do local de trabalho objetivando a busca de experiência pela observação ou execução de atividade dirigida ou ainda observar especialista na tarefa (<i>benchmarking</i>). (CARTONI, 2011). (KHAN, 2005).	AVA, computador multimídia, laboratório virtual, simuladores, telefones, rádios comunicadores, cenários, <i>internet</i> , <i>intranet</i> , pátio, painéis, instalações, armários, textos impressos ou digitais, normativas, roteiros de manobra, diagramas unifilares, manuais de operação lista de alarmes, vídeo e audioconferência.
Prático			
Aula expositiva dialogada	Estratégia de integração síncrona teórica	É uma exposição do conteúdo, com a participação ativa dos treinandos, cujo conhecimento prévio deve ser considerado e pode ser tomado como ponto de partida. O instrutor leva os treinandos a questionarem, interpretarem e discutirem o objeto de estudo, a partir do reconhecimento e do confronto com a realidade. (ANASTASIOU & ALVES, 2004). (CARTONI, 2011). (DABBAGH & BANNAN-RITLAND, 2005). (KO & ROSSEN, 2004). (HORTON, 2006). (SHANK, 2007). As aulas expositivas sem diálogo, consistem na apresentação verbal do instrutor a um grupo de treinandos, com pouca atividade aberta e baixa interação entre eles, que ocorre normalmente com a interrupção do instrutor para comentários e perguntas (MARION, 2007).	AVA, computador multimídia, vídeos, áudios, animações, hipertextos, <i>internet</i> , <i>intranet</i> , videoconferência, projetor digital, audioconferência.
Teórico			
Brainstorming	Estratégia de integração síncrona teórica	É uma possibilidade de estimular a geração de novas ideias de forma espontânea e natural, deixando funcionar a imaginação. Não há certo ou errado. Tudo o que for levantado será considerado, solicitando-se, se necessário, uma explicação posterior do treinando. (ANASTASIOU & ALVES, 2004). (CARTONI, 2011).	AVA, computador multimídia, vídeos, áudios, animações, hipertextos, <i>internet</i> , <i>intranet</i> , videoconferência, projetor digital, audioconferência.
Teórico			
Colóquios	Estratégia de integração síncrona teórica	Encontro de caráter mais informal, em que a equipe discute prazerosamente sobre um tópico de interesse comum. Há presença de um coordenador que, após o período de explanações organizará a participação do público e discussão. A coloquialidade está ligada à expressão oral, é espontânea com associada a conversa, deixando patente a existência de debate e intervenções dos participantes. (CARTONI, 2011).	AVA, computador multimídia, vídeos, áudios, animações, hipertextos, <i>internet</i> , <i>intranet</i> , videoconferência, projetor digital, audioconferência.
Teórico			
Demonstrações	Estratégia dialógica síncrona teórica/prática	Apresentação preparada com explicações orais, visuais, etc, para mostrar como executar um procedimento ou tarefa. (CARTONI, 2011). (KHAN, 2005). (KO & ROSSEN, 2004). (HORTON, 2006). (SHANK, 2007).	AVA, computador multimídia, vídeos, áudios, animações, hipertextos, <i>internet</i> , <i>intranet</i> .
Teórico-prático			
Descrição de cenários	Estratégia dialógica síncrona teórica/prática	Representa um conjunto ordenado de interações entre instrutores e treinandos, normalmente descrevendo um conjunto de passos para a execução de uma tarefa, estudo de caso ou uma sequência concreta de passos de interação para compreensão de um processo ou procedimento. (KHAN, 2005). (KO & ROSSEN, 2004). (HORTON, 2006).	AVA, computador multimídia, vídeos, áudios, animações, hipertextos, <i>internet</i> , <i>intranet</i> .
Teórico-prático			

Estratégia Instrucional	Classe de Estratégia Instrucional	Descrição da Estratégia Instrucional	Recursos e Ferramentas Instrucionais
Objetivo Instrucional			
Dinâmica de grupo	Estratégia dialógica síncrona teórica	A estratégia de dinâmica de grupo proporciona momentos nos quais o grupo vivencia situações inovadoras em todos os níveis. São instrumentos utilizados para impulsionar a ação em determinada direção. Ao confrontar valores, comportamentos, conhecimentos e hábitos, espera-se que os participantes sejam levados a uma avaliação e reelaboração individual evolutiva, potencializando o grupo no aprimoramento da construção do conhecimento e da prática social (GIL, 2009).	AVA, computador multimídia, vídeos, áudios, animações, hipertextos, <i>internet</i> , <i>intranet</i> .
Teórico			
Discussão e debate	Estratégia dialógica síncrona teórica	Sugere aos treinandos a reflexão acerca de conhecimentos obtidos após uma leitura ou exposição, dando oportunidade aos treinandos para formular princípios com suas próprias palavras, sugerindo a aplicação desses princípios. (CARTONI, 2011). (KHAN, 2005). As discussões e debates em sala têm se tornado cada vez mais importantes, por permitirem que os treinandos processem informações e reflitam sobre as mesmas, evitando uma postura puramente passiva (MARION, 2007; MASETTO, 2003). Assim, os treinandos têm a oportunidade de exprimir sua opinião sobre as temáticas discutidas, o que funciona bem tanto em turmas grandes, quanto pequenas.	AVA, computador multimídia, vídeos, áudios, animações, hipertextos, <i>internet</i> , <i>intranet</i> .
Teórico			
Dramatização ou Simulação presencial	Estratégia exploratória síncrona teórica/prática	É um cenário de treinamento onde ocorre a execução de ações, discussões e argumentação. Método particular de estudo de casos, onde a apresentação de um problema ou situação equivalente àquelas encontradas no local de trabalho. (ANASTASIOU; ALVES, 2004). (CARTONI, 2011). (KO & ROSSEN, 2004). (HORTON, 2006).	AVA, computador multimídia, laboratório virtual, simuladores, telefones, rádios comunicadores, cenários, <i>internet</i> , <i>intranet</i> , pátio, painéis, instalações, armários, textos impressos ou digitais, normativas, roteiros de manobra, diagramas unifilares, manuais de operação lista de alarmes, vídeo e audioconferência.
Teórico-prático			
Drill e prática	Estratégia exploratória síncrona prática	Promove a aquisição de conhecimento ou habilidades através da prática repetitiva. Trata-se de pequenas tarefas, como a memorização de termos técnicos ou a prática de atividades motoras. Envolve repetição de habilidades fundamentais para a construção de outras mais significativas. (KHAN, 2005) (HORTON, 2006) (JONASSEN, 2011).	AVA, computador multimídia, laboratório virtual, simuladores, telefones, rádios comunicadores, cenários, <i>internet</i> , <i>intranet</i> , pátio, painéis, instalações, armários, textos impressos ou digitais, normativas, roteiros de manobra, diagramas unifilares, manuais de operação, lista de alarmes, vídeo e audioconferência.
Prático			
Ensino com pesquisa	Estratégia de integração síncrona teórica	É a utilização dos princípios do ensino associados aos da pesquisa: Concepção de conhecimento e ciência em que a dúvida e a crítica sejam elementos fundamentais; assumir o estudo como situação construtiva e significativa, com concentração e autonomia crescente; fazer a passagem da simples reprodução para um equilíbrio entre reprodução e análise. (ANASTASIOU & ALVES, 2004).	AVA, computador multimídia, vídeos, áudios, animações, hipertextos, <i>internet</i> , <i>intranet</i> , videoconferência, projetor digital, audioconferência.
Teórico			
Ensino em pequenos grupos	Estratégia dialógica síncrona teórica	É uma estratégia particularmente válida em grandes equipes. Consiste em separar os treinandos em pequenos grupos, para facilitar a discussão. Assim, despertará no treinando a iniciativa de pesquisar, de descobrir aquilo que precisa aprender. (PETRUCCI; BATISTON, 2006) . (SHANK, 2007).	AVA, computador multimídia, vídeos, áudios, animações, hipertextos, <i>internet</i> , <i>intranet</i> .
Teórico			
Estágio supervisionando	Estratégia de integração síncrona prática	Atividade vivencial na qual o aprendiz adquire competências por meio da participação direta em atividades sob supervisão de um facilitador/orientador. (CARTONI, 2011).	AVA, computador multimídia, laboratório virtual, simuladores, telefones, rádios comunicadores, cenários, <i>internet</i> , <i>intranet</i> , pátio,

Prático			paineis, instalações, armários, textos impressos/digitais, normativas, roteiros de manobra, diagramas unifilares, manuais de operação lista de alarmes, vídeo e audioconferência.
Estratégia Instrucional	Classe de Estratégia Instrucional	Descrição da Estratégia Instrucional	Recursos e Ferramentas Instrucionais
Objetivo Instrucional			
Estudo de caso	Estratégia de integração síncrona teórica/prática	É a análise minuciosa e objetiva de uma situação real que necessita ser investigada e é desafiadora para os treinandos. (ANASTASIOU & ALVES, 2004). (CARTONI, 2011). (KHAN, 2005). (HORTON, 2006). (JONASSEN, 2011). (SHANK, 2007). Um estudo de caso consiste em uma estratégia que favorece a aprendizagem a partir de uma perspectiva baseada em problemas. São situações reais com a finalidade de promover o desenvolvimento de habilidades através da experiência, resolvendo o problema apresentado. Considera a participação ativa dos treinandos, que tornam-se responsáveis por sua própria aprendizagem, enquanto o instrutor assume o papel de facilitador/mediador do processo (GIL, 2009).	AVA, computador multimídia, vídeos, áudios, animações, hipertextos, <i>internet</i> , <i>intranet</i> , videoconferência, projetor digital, audioconferência.
Teórico-prático			
Estudo de texto	Estratégia de integração assíncrona teórica	É a exploração de ideias a partir do estudo crítico de um texto e/ou a busca de informações. (ANASTASIOU & ALVES, 2004). (KO & ROSSEN, 2004). (HORTON, 2006). (SHANK, 2007).	AVA, Email, fórum, quadro branco, <i>blog</i> .
Teórico			
Estudo dirigido	Estratégia exploratória síncrona teórica/prática	É o ato de realizar um treinamento sob a orientação do instrutor, visando desenvolver conhecimentos e habilidades ou para redimir dificuldades específicas. (ANASTASIOU & ALVES, 2004). (DABBAGH & BANNAN-RITLAND, 2005). (SHANK, 2007).	AVA, computador multimídia, laboratório virtual, simuladores, telefones, rádios comunicadores, cenários, <i>internet</i> , <i>intranet</i> , pátio, paineis, instalações, armários, textos impressos ou digitais, normativas, roteiros de manobra, diagramas unifilares, manuais de operação lista de alarmes, vídeo e audioconferência.
Teórico-prático			
Estudo dirigido e aulas orientadas	Estratégia de integração síncrona teórica	Permite ao treinando situar-se criticamente, extrapolar o objetivo de aprendizagem para a realidade no trabalho, compreender e interpretar os problemas propostos, dirimir dificuldades de compreensão e propor alternativas de solução. Exercita no treinando a habilidade de ler, interpretar e escrever. Aplicam práticas dinâmicas, criativas e críticas sobre o assunto abordado. (MARION; MARION, 2006); (PETRUCCI; BATISTON, 2006). (CARTONI, 2011). (DABBAGH & BANNAN-RITLAND, 2005). (SHANK, 2007).	AVA, computador multimídia, vídeos, áudios, animações, hipertextos, <i>internet</i> , <i>intranet</i> , videoconferência, projetor digital, audioconferência.
Teórico			
Estudo do meio	Estratégia exploratória síncrona teórica/prática	É o treinamento direto no contexto profissional o qual o treinando se insere, resolvendo um determinado problema de forma interdisciplinar. Cria condições para o contato com a realidade, propicia a aquisição de conhecimentos de forma direta, por meio da experiência prática. (ANASTASIOU & ALVES, 2004). (HORTON, 2006). (JONASSEN, 2011).	AVA, computador multimídia, laboratório virtual, simuladores, telefones, rádios comunicadores, cenários, <i>internet</i> , <i>intranet</i> , pátio, paineis, instalações, armários, textos impressos ou digitais, normativas, roteiros de manobra, diagramas unifilares, manuais de operação lista de alarmes, vídeo e audioconferência.
Teórico-prático			
Experimento virtual ou remoto	Estratégia de integração assíncrona prática	Proporciona ao treinando contato com equipamentos reais ou virtuais através das tecnologias da informação e comunicação. Inúmeras possibilidades de execução de experimentos, avaliação da informação gerada, gestão de erros e acertos. (PETRUCCI; BATISTON, 2006). (CARTONI, 2011).	AVA, simuladores, laboratório virtual.

Prático		(DABBAGH & BANNAN-RITLAND, 2005). (HORTON, 2006). (JONASSEN, 2011). (SHANK, 2007). (SCUTARU, et al, 2007). (JING & JEFFREY, 2006). (LOWE, G et al, 2012). (SOUZA NETO, et al, 2009).	
Estratégia Instrucional	Classe de Estratégia Instrucional	Descrição da Estratégia Instrucional	Recursos e Ferramentas Instrucionais
Objetivo Instrucional			
Exposições, excursões e visitas técnicas	Estratégia de integração síncrona teórica/prática	São visitas realizadas a outros setores – dentro da própria empresa ou em outra – com o objetivo principal de observar o funcionamento de um determinado equipamento ou execução de uma tarefa ou uma nova tecnologia. (MARION; MARION, 2006); (PETRUCCI; BATISTON, 2006) (CARTONI, 2011). (KHAN, 2005). (HORTON, 2006). (JONASSEN, 2011). (SHANK, 2007). Possibilidade de integrar diversas áreas de conhecimento; Integração do treinando com o ambiente de trabalho; Visualização da teoria na prática; Desenvolvimento do pensamento criativo e visão crítica da realidade em que ele se insere. As visitas técnicas consistem em conduzir grupos de treinandos para visitar organizações ou ambientes que ofereçam situações de aprendizagem. Para (MASETTO, 2003), a experiência permite que os treinandos desenvolvam capacidades cognitivas, de habilidades e de valores ou atitude, de modo que constituem uma rica abordagem.	AVA, computador multimídia, vídeos, áudios, animações, hipertextos, <i>internet</i> , <i>intranet</i> , videoconferência, projetor digital, audioconferência.
Teórico-prático			
Fórum	Estratégia dialógica assíncrona teórica	Consiste num espaço do tipo “reunião”, no qual todos os membros do grupo têm a oportunidade de participar do debate de um tema ou determinado problema. Pode ser utilizado após simulações, palestra ou videoaula para ampliar a discussão e coletar opiniões (ANASTASIOU & ALVES, 2004). (CARTONI, 2011). (DABBAGH & BANNAN-RITLAND, 2005)	AVA, fórum, <i>blog</i> .
Teórico			
Grupo de verbalização e de observação (GV/GO)	Estratégia dialógica síncrona teórica	É a análise de tema/problemas sob a coordenação do instrutor, que divide os treinandos em dois grupos: um de verbalização (GV) e outro de observação (GO). É uma estratégia aplicada com sucesso ao longo do processo de construção do conhecimento e requer leituras, estudos preliminares, enfim, um contato inicial com o tema. (ANASTASIOU & ALVES, 2004). (CARTONI, 2011).	AVA, computador multimídia, vídeos, áudios, animações, hipertextos, <i>internet</i> , <i>intranet</i> .
Teórico			
Infográfico	Estratégia de integração assíncrona teórica	Trata-se de uma ilustração de uso didático que combina textos com mapas, gráficos, tabelas e diagramas pictográficos. Com o suporte digital, obteve novas possibilidades, como o uso de multimídias e a interatividade. (SANCHO apud CAIRO, 2008).	AVA, Email, fórum, quadro branco, <i>blog</i> .
Teórico			
Instrução individual	Estratégia de integração síncrona teórica/prática	Esta estratégia procura ajustar o processo de ensino aprendizagem às reais necessidades e características do treinando. (PETRUCCI; BATISTON, 2006). (DABBAGH & BANNAN-RITLAND, 2005).	AVA, computador multimídia, vídeos, áudios, animações, hipertextos, <i>internet</i> , <i>intranet</i> , videoconferência, projetor digital, audioconferência.
Teórico-prático			
Jogos de papéis	Estratégia exploratória síncrona teórica/prática	Os treinandos tornam-se agentes do processo; São desenvolvidas habilidades na tomada de decisões no nível operacional, vivenciando-se ações interligadas no ambiente profissional; Permite a tomada de decisões estratégicas e táticas na execução das tarefas (MARION; MARION, 2006); (PETRUCCI e BATISTON 2006). (CARTONI, 2011). (DABBAGH & BANNAN-RITLAND, 2005). (HORTON, 2006). (JONASSEN, 2011).	AVA, computador multimídia, laboratório virtual, simuladores, telefones, rádios comunicadores, cenários, <i>internet</i> , <i>intranet</i> , pátio, painéis, instalações, armários, textos impressos ou digitais, normativas, roteiros de manobra, diagramas unifilares, manuais de operação lista de alarmes, vídeo e audioconferência.
Teórico-prático			

Estratégia Instrucional	Classe de Estratégia Instrucional	Descrição da Estratégia Instrucional	Recursos e Ferramentas Instrucionais
Objetivo Instrucional			
Jogos instrucionais	Estratégia exploratória assíncrona prática	Os jogos instrucionais têm como princípio básico a tentativa de reprodução de situações que permitam o desenvolvimento tanto do conhecimento quanto de habilidades motoras, através de uma sequência de tomada de decisões em um ambiente digital. Nesse contexto o treinando se coloca como ator principal e presencia situações simples e complexas no contexto do treinamento, nas quais pode experimentar novas estratégias para verificar o que acontece, aplicando neste processo o conteúdo teórico abordado em disciplinas que compõem a sua formação (FREITAS; SANTOS, 2005). Simulam a realidade e envolve a competição entre os indivíduos, a fim de aumentar o interesse e a motivação entre os participantes. Baseiam-se na atuação dos participantes a partir de regras prescritas, onde competem uns com outros, visando a vencer um desafio estabelecido pelo facilitador. (CARTONI, 2011). (KHAN, 2005). (HORTON, 2006). (JONASSEN, 2011).	AVA, computador multimídia, Email, fórum, quadro branco, <i>blog</i> .
Prático			
Júri simulado	Estratégia dialógica síncrona teórica	É uma simulação de um júri em que, a partir de um problema, são apresentados argumentos de defesa e de acusação. Pode levar o grupo à análise e avaliação de um fato proposto com objetividade e realismo, à crítica construtiva de uma situação e à dinamização do grupo para estudar profundamente um tema real. (ANASTASIOU & ALVES, 2004).	AVA, computador multimídia, vídeos, áudios, animações, hipertextos, <i>internet</i> , <i>intranet</i> .
Teórico			
Leituras	Estratégia de integração assíncrona teórica	As leituras são uma importante técnica para gerar autonomia nos treinandos, uma vez que permite a aprendizagem sem a necessidade de outros indivíduos e a ampla variedade de materiais impressos faz com que a atribuição de leitura se torne mais acessíveis aos treinandos, e ainda possibilita que o engajamento nessa atividade se ajuste às diferenças individuais do grupo (GIL, 2009).	AVA, Email, fórum, quadro branco, <i>blog</i> .
Teórico			
Lista de discussão (Chat)	Estratégia de integração síncrona teórica	É a oportunidade de um grupo de treinandos debater, à distância, um tema sobre o qual sejam especialistas ou tenham realizado um estudo prévio, ou queiram aprofundá-lo por meio eletrônico. (ANASTASIOU & ALVES, 2004). (HORTON, 2006). (JONASSEN, 2011).	AVA, computador multimídia, vídeos, áudios, animações, hipertextos, <i>internet</i> , <i>intranet</i> , videoconferência, projetor digital, audioconferência.
Teórico			
Oficina (laboratório ou workshop)	Estratégia dialógica síncrona teórica/prática	É a reunião de poucos treinandos com objetivos de aprendizagem comuns, a fim de desenvolver conhecimentos e habilidades sob orientação de um especialista. Possibilita o aprimoramento das competências, mediante a aplicação de conceitos, habilidades e conhecimentos previamente adquiridos. (ANASTASIOU & ALVES, 2004). (CARTONI, 2011). (HORTON, 2006). (JONASSEN, 2011). (SHANK, 2007).	AVA, computador multimídia, vídeos, áudios, animações, hipertextos, <i>internet</i> , <i>intranet</i> .
Teórico-prático			
On the job training	Estratégia exploratória síncrona teórica/prática	Treinamento executado no local de trabalho, enquanto um especialista ou operador experiente realiza as atividades em tempo real. Classificado como treinamento prático, muitas vezes apoiado por treinamento tradicional. (SHANK, 2007). (ROTHWELL & KAZANAS, 2008). (MOLNAR & WATTS, 2002).	AVA, computador multimídia, laboratório virtual, simuladores, telefones, rádios comunicadores, cenários, <i>internet</i> , <i>intranet</i> , pátio, painéis, instalações, armários, textos impressos ou digitais, normativas, roteiros de manobra, diagramas unifilares, manuais de operação lista de alarmes, vídeo e audioconferência.
Prático			

Estratégia Instrucional	Classe de Estratégia Instrucional	Descrição da Estratégia Instrucional	Recursos e Ferramentas Instrucionais
Objetivo Instrucional			
Painel de discussão	Estratégia dialógica síncrona teórica	É a discussão informal de um grupo de treinandos, indicados pelo instrutor (que já estudaram a matéria em análise, interessados ou afetados pelo problema em questão), em que apresentam pontos de vista antagônicos na presença de outros. Podem ser convidados instrutores ou especialistas na área. (ANASTASIOU & ALVES, 2004). (CARTONI, 2011). (KHAN, 2005). A técnica de discussão em painel, segundo (PLEBANI e DOMINGUES, 2009), é uma técnica na qual os apresentadores realizam uma comunicação sobre um assunto-problema a partir de diferentes pontos de vista frente a uma audiência, que dela participa, oralmente, na fase de perguntas e respostas. Não é apenas uma conversa comum, nem um debate, mas a consideração, por um grupo de pessoas, de um assunto sobre o qual há diferenças de opiniões. Tem como finalidade a propagação de novas ideias, oportunidade de ouvirem ou apresentarem experiência e pontos de vista, definir pontos de acordo e áreas de desacordo e ainda estimula os participantes a enfrentarem um assunto controvertido e a unir-se no processo de solução de problemas.	AVA, computador multimídia, vídeos, áudios, animações, hipertextos, <i>internet</i> , <i>intranet</i> .
Teórico			
Palestras	Estratégia dialógica síncrona teórica	Possibilidade de discussão com especialistas sobre um assunto de interesse ao treinamento. Perguntas, levantamento de dados, aplicação do tema na prática. (MARION; MARION, 2006); (PETRUCCI; BATISTON, 2006). (CARTONI, 2011). (KHAN, 2005). (KO & ROSSEN, 2004). (HORTON, 2006).	AVA, computador multimídia, vídeos, áudios, animações, hipertextos, <i>internet</i> , <i>intranet</i> .
Teórico			
Resolução de exercícios	Estratégia de integração síncrona teórica/prática	O estudo por meio de tarefas concretas teóricas e práticas que tem por finalidade a assimilação de conhecimentos, habilidades e hábitos sob a orientação do instrutor. (MARION; MARION, 2006). (SHANK, 2007).	AVA, computador multimídia, vídeos, áudios, animações, hipertextos, <i>internet</i> , <i>intranet</i> , videoconferência, projetor digital, audioconferência.
Teórico/prático			
Resolução de problemas	Estratégia exploratória síncrona teórica/prática	É o enfrentamento de uma situação nova, exigindo pensamento reflexivo, crítico e criativo a partir dos dados expressos na descrição do problema. Demanda a aplicação de princípios, normas e processos para a execução da tarefa (ANASTASIOU & ALVES, 2004) (SAVERY, 2006). (CARTONI, 2011). (DABBAGH & BANNAN-RITLAND, 2005). (HORTON, 2006). (JONASSEN, 2011). (SHANK, 2007).	AVA, computador multimídia, laboratório virtual, simuladores, telefones, rádios comunicadores, cenários, <i>internet</i> , <i>intranet</i> , pátio, painéis, instalações, armários, textos impressos ou digitais, normativas, roteiros de manobra, diagramas unifilares, manuais de operação lista de alarmes, vídeo e audioconferência.
Teórico-prático			
Seminário	Estratégia dialógica síncrona teórica	É um espaço em que propostas são apresentadas ou resultados são discutidos. (ANASTASIOU & ALVES, 2004). (CARTONI, 2011). (KHAN, 2005). Na técnica de seminários, os treinandos se inserem no processo de aprendizagem participando de sua construção, através de apresentações em sala de aula. Em geral, os seminários seguem um processo: um coordenador fornece aos participantes um roteiro; o roteiro é analisado e pesquisado em grupo; há a apresentação da temática por um dos grupos para os demais; o relator dos grupos participantes apresenta as conclusões obtidas; o instrutor avalia as atividades dos grupos e sintetiza as conclusões (MARION, 2007).	AVA, computador multimídia, vídeos, áudios, animações, hipertextos, <i>internet</i> , <i>intranet</i> .
Teórico			
Simpósio	Estratégia dialógica síncrona teórica	É a reunião de palestras e preleções breves apresentada por várias pessoas (duas a cinco) sobre um assunto ou sobre diversos aspectos de um	AVA, computador multimídia, vídeos, áudios, animações, hipertextos, <i>internet</i> , <i>intranet</i> .

Teórico		assunto. Possibilita o desenvolvimento de habilidades sociais, de investigação, amplia experiências sobre um conteúdo específico, desenvolve habilidades de estabelecer relações. (ANASTASIOU; ALVES, 2004, p. 93). (CARTONI, 2011).	
Estratégia Instrucional	Classe de Estratégia Instrucional	Descrição da Estratégia Instrucional	Recursos e Ferramentas Instrucionais
Objetivo Instrucional			
Técnicas de simulação	Estratégia dialógica síncrona prática	<p>Atividade que envolve abstração ou simplificação de determinadas situações da vida real. A aprendizagem ocorre por meio de atividades práticas, que podem ser:</p> <ul style="list-style-type: none"> • de domínio cognitivo, quando envolve a tarefa de solução de problemas de planejamento de estratégias ou de tomada de decisões; • de domínio psicomotor, que apresenta como vantagens a eliminação dos perigos do treinamento em serviço e as possíveis perdas da produtividade, proteção de equipamentos caros e sensíveis contra o manuseio de pessoas inexperientes; • de domínio reativo, que envolve as reações frente a fenômenos sociais, desenvolvendo atitudes e valores; • de domínio interativo, que envolvem situações de conflito interpessoal ou de autoridade/responsabilidade para desenvolver habilidades interativas como liderança, supervisão, entrevista. (CARTONI, 2011). (DABBAGH & BANNAN-RITLAND, 2005). (KHAN, 2005). (KO & ROSSEN, 2004). (HORTON, 2006). (JONASSEN, 2011). (SHANK, 2007). (KINCAID & WESTERLUND, 2009). (SPANEL, KREUTZ & ROGGATZ, 2000). (NAVARRO, et al, 2009). (MIRANDA, et al, 2008). (LUNCE, 2007). (BRONZINI, et al, 2010). (BARUS, et al, 2009). 	AVA, computador multimídia, vídeos, áudios, animações, hipertextos, <i>internet</i> , <i>intranet</i> , <i>chat</i> , videoconferência, audioconferência.
Prático			
Tutorial conversacional	Estratégia dialógica síncrona teórica	Atividade individualizada na qual o tutor apresenta a instrução de um modo adaptativo, como uma reunião informal de análise de resultados. Requer participação ativa do aprendiz e fornece realimentação imediata. (CARTONI, 2011). (KHAN, 2005).	AVA, computador multimídia, vídeos, áudios, animações, hipertextos, <i>internet</i> , <i>intranet</i> .
Teórico			
Tutorial programado	Estratégia dialógica assíncrona teórica	Método individualizado de instrução em que as decisões são tomadas por um tutor (pessoa, texto, computador, sistemas especialistas etc.). (CARTONI, 2011). (KHAN, 2005). (SHANK, 2007). (SHANK, 2007).	AVA, fórum, <i>blog</i> .
Teórico			
Videoconferência	Estratégia dialógica síncrona teórica	<p>Um sistema de videoconferência é descrito como sendo uma forma de comunicação interativa que permite que duas ou mais pessoas, separados geograficamente, possam se encontrar face a face com interação visual e auditiva em tempo real. Além disso, é possível compartilhar programas de computador, dialogar através de canais de bate-papo, apresentar slides, vídeos, animações e fazer anotações em um quadro-branco compartilhado. Um sistema de videoconferência pode ser classificado em dois tipos:</p> <p>Videoconferência baseada em estúdio: realizada em salas especialmente preparadas com modernos equipamentos de áudio, vídeo e <i>codecs</i>, para fornecer vídeo e áudio de alta qualidade para reuniões, palestras e cursos.</p> <p>Videoconferência em desktop: realizada via computador e internet, mais apropriada para o uso individual, ou para pequenos grupos. (DABBAGH & BANNAN-RITLAND, 2005). (KO & ROSSEN, 2004). (HORTON, 2006).</p>	AVA, computador multimídia, vídeos, áudios, animações, hipertextos, <i>internet</i> , <i>intranet</i> .
Teórico			

APÊNDICE B

1. SAPI – Sistema de Apoio ao Projeto Instrucional

Este projeto originou-se da necessidade de automatizar o processo de criação da matriz de projeto instrucional para módulos de aprendizagem através da aplicação da metodologia *i-blended*. O projeto e desenvolvimento deste sistema não faz parte do escopo da tese, porém foi idealizado a partir desta e trouxe para o IFTO uma nova vertente para pesquisa e desenvolvimento de aplicações tanto para o curso de nível tecnológico quanto para o curso de pós-graduação em telemática.

O sistema SAPI é um projeto de software de suporte ao processo de construção da matriz de projeto instrucional de módulos de aprendizagem. O sistema tem como objetivos auxiliar na análise das necessidades (do operador e da tarefa) e na definição de parâmetros de desempenho e metas, objetivos instrucionais; recursos, conteúdos e estratégias instrucionais adequadas. Em se tratando de percurso instrucional, o sistema auxilia no planejamento de recursos instrucionais, os exercícios de aprendizagem e atividades de avaliação diagnóstica, formativa e somativa do treinamento.

O sistema SAPI orienta projetistas instrucionais na aplicação da metodologia *i-blended*, durante a instanciação de módulos de aprendizagem. Desta forma, o sistema SAPI torna-se uma ferramenta bastante útil para projetistas que desenvolvem projetos instrucionais e especificam e gerenciam a implementação de treinamentos.

Segundo os especialistas da AIDA (*Approach Instructional Design Advising - U.S. Air Force*), existe uma série de razões para automatizar o processo de construção do projeto instrucional. Este processo exige conhecimento técnico-pedagógico difícil de ser adquirido e em padrões da indústria consome muito tempo e é repetitivo. O processo é apoiado por uma extensa lista de ferramentas de autoria, ambientes e linguagens para desenvolvimento, porém especialistas em treinamento para ambientes de *e-learning* na indústria são raros e neste contexto o treinamento especializado via computador é relativamente novo.

A modelagem de dados é a etapa de projeto de aplicações que utilizam banco de dados que tem como principal objetivo desenvolver um modelo que represente as classes, os objetos e os relacionamentos entre estes objetos. Outra visão desta modelagem determina restrições de integridade e métodos de acesso aos dados durante operações de atualização.

A ontologia do *Treinamento* desenvolvida no LIHM representa a combinação de outras ontologias, entre elas, a ontologia de *Módulos de aprendizagem* apresentada no Capítulo 3

deste trabalho. Os demais diagramas do projeto, criados em UML (*Unified Modeling Language*) foram apresentados no trabalho de qualificação desta tese.

Dos modelos de treinamento tradicionais a *ontologia de módulos de aprendizagem* herda a seguinte composição, hierarquia e semântica para descrever as relações entre as subontologias ou objetos:

- um *Módulo de aprendizagem* representa um daqueles objetos que formam um treinamento;
- um *Módulo de aprendizagem* é formado de: *estratégias instrucionais, de avaliação e de interação*;
- um *Módulo de aprendizagem* possui *recursos de suporte*;

Para a construção do projeto instrucional orientado aos ambientes de *e-learning*, a metodologia *i-blended* ampliou as relações, acrescentando que:

- Um *Módulo de aprendizagem* é orientado por *arquiteturas instrucionais*;
- Um *Módulo de aprendizagem* é indicado para determinados *estilos de aprendizagem*;
- Um *Módulo de aprendizagem* tem relação com *categorias de conteúdos*;
- Um *Módulo de aprendizagem* tem relação com *categorias de treinamento*;
- Um *Módulo de aprendizagem* é identificado por *metadados*.

O sistema SAPI fornecerá condições para modelar o perfil do operador, modelar a tarefa, filtrar estratégias instrucionais, recomendar módulos de aprendizagem, gerar o projeto instrucional dos módulos, além de gerenciar o repositório destes módulos.

Este sistema está em desenvolvimento em um trabalho de conclusão do curso de Tecnologia em Sistemas para Internet, utilizando as tecnologias disponibilizadas pelo *framework* Bootstrap (<http://getbootstrap.com/>), HTML5, CSS3, *JavaScript* e *WebSQLDatabase*. Estas ferramentas fazem parte do escopo das tecnologias adotadas para desenvolvimento para ambientes *web* nas atividades realizadas no curso.

O sistema SAPI fornecerá suporte ao projetista instrucional providenciando informações adequadas à especificação dos módulos de aprendizagem. Durante a aplicação da metodologia *i-blended* é possível determinar os estilos de aprendizagem, identificar as estratégias instrucionais mais adequadas aos objetivos de aprendizagem, planejar as estratégias de avaliação e interação, e definir os recursos instrucionais e as ferramentas computacionais de suporte à instrução.

1.1 Principais funcionalidades projetadas para o sistema SAPI

As funcionalidades apresentadas pelo sistema SAPI destinadas ao apoio à modelagem do perfil do operador são:

- Realizar a modelagem do perfil do operador;
- Verificar os treinamentos já realizados;
- Determinar os estilos de aprendizagem preferenciais;
- Executar filtragem de estratégias instrucionais a partir dos estilos de aprendizagem.

A Figura 1 representa um *screenshot* da tela de acesso ao sistema, onde o instrutor entra com seu *login* e senha.



Figura 1: Tela de *login* do sistema SAPi.

Na Figura 2 é representada a tela principal do Sistema *SAPi*, onde é possível acessar todas as funcionalidades. O projetista pode realizar uma busca no repositório de projetos, através dos campos de metadados gravados durante o armazenamento.



Figura 2: Tela principal do Sistema SAPi

1.2 Determinar os estilos de aprendizagem preferenciais

O processo de determinação dos estilos de aprendizagem é apresentado em detalhes no Apêndice H, deste trabalho. Na Figura 3 é apresentado um *screenshot* da tela do sistema SAPi que realiza os cálculos para determinar os estilos de aprendizagem do operador.



Figura 3: Módulo para determinação de estilo de aprendizagem

1.3 Funcionalidades do sistema SAPi

As funcionalidades oferecidas pelo sistema SAPi, destinadas ao apoio à modelagem da tarefa são:

- Análise cognitiva da tarefa;
 - Identificar habilidades, regras e conhecimentos necessários à realização da tarefa;
 - Definir a categoria de conteúdo;
 - Definir a categoria de treinamento;
 - Definir objetivos de aprendizagem;
- Executar a filtragem de estratégias a partir dos objetivos de aprendizagem;
- Executar a filtragem de estratégias instrucionais a partir da categoria de conteúdo;
- Executar a filtragem de estratégias instrucionais a partir da categoria de treinamento;
- Executar a seleção de módulos de aprendizagem;
- Gerar a matriz de projeto instrucional.

1.4 Cálculo do resultado da certificação

No sistema SAPi a matriz para cálculo do resultado da certificação será aplicada num formulário (Figura 4) que permite a entrada das notas do operador e o cálculo dos resultados na certificação de cada categoria de treinamento. O sistema grava e emite estes resultados e o projetista pode iniciar o processo de construção da matriz de projeto instrucional através do botão de atalho no formulário.

Figura 4: Módulo para cálculo do resultado das capacitações

1.5 Relatórios do sistema SAPI

O sistema SAPI deverá gerar os relatórios da matriz de projeto instrucional, da análise do perfil do operador, da modelagem da tarefa e da especificação da arquitetura do módulo de aprendizagem (roteiro de atividades, estratégias, ferramentas e recursos para a instrução). Ainda, o sistema permite buscar e selecionar projetos instrucionais (Figura 5).

Código	Estilo de aprendizagem	Objetivo de aprendizagem	Categoria de conteúdo	Categoria de treinamento	Modelos recomendados
RTM14V2	E1, E3, E5	E2, E4, E6	E1, E3, E12	E1, E3, E12	T3, T4, P3, P4

Figura 5: Módulo de busca e seleção de projeto instrucional

1.6 Matriz de projeto instrucional

O Quadro 1 representa a matriz de projeto instrucional desenvolvida durante a realização de experimentos no LIHM para validação do ambiente de *e-learning*, simulador virtual e o formulário para concepção da matriz instrucional. Trata-se de um protótipo onde o instrutor irá ajustar as recomendações de estratégias, recursos e ferramentas e adequar as estratégias de avaliação do conhecimento e desempenho. Estas interfaces foram criadas durante a etapa de prototipação do sistema SAPI e definem as principais ideias geradas na modelagem realizada.

Quadro 1: Matriz de projeto instrucional

Matriz de Projeto Instrucional						- □ X
Definição de Metadados:						
Categoria de treinamento:	Categoria de conteúdo:		Autor do conteúdo:			
<input type="text"/>	<input type="text"/>		<input type="text"/>			
Perfil do Operador:	Objetivo de aprendizagem:		Estilo de aprendizagem:			
<input type="text"/>	<input type="text"/>		<input type="text"/>			
Nível de dificuldade:	Avaliação do instrutor (0 a 10):		Avaliação do operador (0 a 10):			
<input type="text"/>	<input type="text"/>		<input type="text"/>			
Mapa de Estratégias definido por:						
Estilo de aprendizagem:	Objetivos de aprendizagem:	Categoria de conteúdo:	Categoria de treinamento:			
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>			
Identificação de objetos de aprendizagem utilizados no projeto instrucional:						
<input type="text"/>						
Identificação da estratégia principal	Identificação de estratégias secundárias	Descrição de atividades teóricas, práticas, de interação e avaliação	Recursos e ferramentas	Critérios de avaliação	C/H	
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	
Descrição do Percurso Instrucional:						
<input type="text"/>						
<input type="button" value="Imprimir"/>		<input type="button" value="Cancelar"/>		<input type="button" value="Atualizar"/>		<input type="button" value="Gravar"/>