

METODOLOGIA PARA RECOMENDAÇÃO DE MODELOS DE MÓDULOS DE APRENDIZAGEM CONTEXTUALIZADOS POR ONTOLOGIAS DO DOMÍNIO

DOI: 10.15552/2236-0158/abenge.v35n1p74-90

Gerson Pesente Focking,¹ Maria de Fátima Vieira,² José Sérgio da Rocha Neto³

RESUMO

Este artigo apresenta uma metodologia para a construção de módulos de aprendizagem e sua aplicação na elaboração de treinamentos teórico e prático de operadores de sistemas elétricos, em ambientes de *e-learning*. Essa metodologia, *i-blended*, foi formalizada com base em ontologias do domínio de treinamento, as quais contêm as informações necessárias à escolha de estratégias, recursos instrucionais e ferramentas computacionais adequados à elaboração de cenários de treinamento, gerando recomendações para a montagem de módulos de aprendizagem. O artigo também apresenta um estudo de caso no qual a metodologia foi aplicada.

Palavras-chave: *e-learning*; ontologia de domínio; modelo de aprendizagem; treinamento de operadores; sistemas elétricos.

ABSTRACT

METHODOLOGY FOR RECOMMENDATION OF LEARNING MODULES BASED ON DOMAIN ONTOLOGIES

This paper presents a methodology for building learning modules and their application in the development of theoretical and practical training of electric system operators in *e-learning* environments. This methodology: *i-blended* was formalized training based on domain ontologies which contains the information necessary to choose strategies, instructional resources and computational tools appropriate to the preparation of training scenarios, generating recommendations for the assembly of learning modules. The article also presents a case study in which the methodology was applied.

Keywords: *e-learning*; domain ontology; learning model; operator training; electrical systems.

1 Professor Mestre, IFTO; focking@ifto.edu.br

2 Professora Associada, PHd, UFCG; fatima@dee.ufcg.edu.br

3 Professor Associado, Dr., UFCG; zesergio@dee.ufcg.edu.br

INTRODUÇÃO

Projetar experiências de aprendizagem eficazes 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. Essa é uma atividade complexa para os profissionais responsáveis pelo planejamento de programas de capacitação na indústria, em especial, de engenheiros que não têm formação em assuntos didático-pedagógicos. Nessas condições, são aplicados modelos de treinamento que não favorecem o desenvolvimento de habilidades e competências, e que, por conseguinte, não alteram significativamente os índices de desempenho existentes.

Um dos grandes desafios para a elaboração do projeto instrucional é a seleção adequada de estratégias e recursos para construir módulos de aprendizagem de qualidade. Nesse sentido, os avanços tecnológicos introduziram novas formas de treinamento, presencial e a distância, em ambientes de *e-learning*. Essas 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 deste trabalho é promover o treinamento teórico e prático de operadores de sistemas elétricos, com o suporte de ambientes de *e-learning*, simuladores e laboratórios virtuais. Para tanto, está sendo proposta a metodologia *i-blended*, a qual foi concebida para apoiar a seleção de estratégias de ensino e propor modelos de módulos de aprendizagem. A seleção das estratégias instrucionais é realizada com base na análise da relação entre as variáveis: estilos e objetivos de aprendizagem; domínios do conhecimento; contexto da tarefa; categorias de conteúdo e de treinamento.

A metodologia foi utilizada na construção de modelos de módulos de aprendizagem que são recomendados aos projetistas de treinamentos, a partir de um processo de filtragem sobre um conjunto de requisitos de entrada que descrevem o treinamento. Os modelos favorecem a padronização e a seleção de estratégias instrucionais, orienta a criação de modelos e minimiza o tempo gasto na construção do projeto instrucional de módulos de aprendizagem.

A proposição dos modelos se fundamentou no conhecimento do nível do treinamento, da fase do treinamento, do perfil dos treinandos, das características da tarefa, do tipo de instalação e dos recursos disponíveis ao treinamento. Essas informações estão formalizadas em uma ontologia do domínio de treinamentos (*Ontologia do treinamento*), elaborada a partir de trabalhos de pesquisa desenvolvidos no âmbito do LIHM/DEE/UFCG.⁴

Segundo Noy e McGuinness (2001), uma ontologia é um tipo de formalismo para representação do conhecimento que provê uma compreensão comum e compartilhada de uma estrutura de informações entre indivíduos ou agentes de *software*. A ontologia deve possibilitar o uso de domínios de conhecimento, apoiar suposições explícitas em um domínio e separar o domínio do conhecimento do domínio operacional.

Neste trabalho, a ontologia proposta tem como objetivo apoiar o planejamento e a elaboração de cenários de treinamento de operadores de sistemas elétricos em ambientes de simulação.

Um cenário de treinamento, segundo Silva Netto *et al.* (2012), consiste na descrição do estado inicial da instalação na qual ocorre o treinamento; na sequência de eventos que deve ocorrer; e nos recursos que serão utilizados pelo operador durante a execução do cenário.

Os cenários de treinamento compõem módulos de aprendizagem construídos com base nos modelos propostos neste trabalho. No desenvolvimento deste estudo, foram gerados treinamentos para cenários de rotina, de contingências e de reenergização, detalhados mais adiante.

Além desta seção, este artigo está estruturado da seguinte forma. Na seção 2, é apresentada a ontologia para módulos de aprendizagem; na seção 3, são descritos os modelos de projeto instrucional; na seção 4, apresenta-se a metodologia *i-blended*, detalhando suas etapas; na seção 5, descreve-se a aplicação dessa metodologia na elaboração de um treinamento e, na seção 6, é descrito um estudo de caso com a construção de cenários de treinamento. Por fim, apresentam-se as considerações finais.

⁴ LIHM – Laboratório de Interfaces Homem-Máquina; DEE – Departamento de Engenharia Elétrica; UFCG – Universidade Federal de Campina Grande – PB.

ONTOLOGIA DE MÓDULOS DE APRENDIZAGEM

A ontologia dos módulos de aprendizagem apoia a especificação do conjunto de recomendações para os módulos de aprendizagem, com base: (i) nos conceitos de teorias pedagógicas e arquiteturas instrucionais; (ii) nos estilos de aprendizagem; (iii) no domínio do conhecimento, e, (iv) no contexto da tarefa a ser realizada.

Essa ontologia cria uma representação contextualizada do ambiente de treinamento de operadores, a partir das taxonomias de Bloom, Berliner e Harrow (ver BLOOM, 1956; ANDERSON, 2013; SIMPSON, 1966; BERLINER, ANGELL, e SHEARER, 1964; e HARROW, 1972), incorporando o conhecimento sobre os processos de cognição, percepção, ação e comunicação, condutas fundamentais no treinamento especializado.

O conhecimento é estruturado relacionando-se estilos e estratégias de aprendizagem com: o domínio do conhecimento; o contexto da tarefa e do treinamento; objetivos de aprendizagem; recursos instrucionais e ferramentas computacionais, para então formalizar os modelos de módulos de aprendizagem.

A ontologia representa o conhecimento na operação de subestações de sistemas elétricos, com

base no conhecimento da tarefa, do perfil do treinando e do contexto de trabalho, segundo o método MCIE proposto por Turnell em (2004). Na ontologia, são descritos: o ambiente de execução, o tipo e a situação da tarefa, contextualizados para a operação de sistemas elétricos CHESF (2011a).

A partir da aplicação da metodologia, foram propostos modelos para apoiar a construção de módulos de aprendizagem. Os módulos de aprendizagem, por sua vez, são construídos segundo as arquiteturas instrucionais propostas por Clark (2000): *descoberta guiada, receptiva, exploratória e direcionada*, descritas mais adiante neste trabalho. Cada uma dessas arquiteturas reflete a construção do conhecimento a partir de uma abordagem específica de raciocínio e aprendizado, a qual contempla o treinamento individual ou em equipe, e combina dispositivos de interação síncronos e assíncronos.

O aporte pedagógico oferecido pelos modelos de módulos de aprendizagem foi organizado na ontologia, em instâncias das estratégias instrucionais: *integração, dialógica e exploratória*, formalizadas por Dabbagh e Bannan-Ritlan (2005). Na Figura 1, a hierarquia de classes da ontologia é representada na janela à esquerda, enquanto na janela à direita são representadas: a definição da classe; a declaração das propriedades e as disjunções.

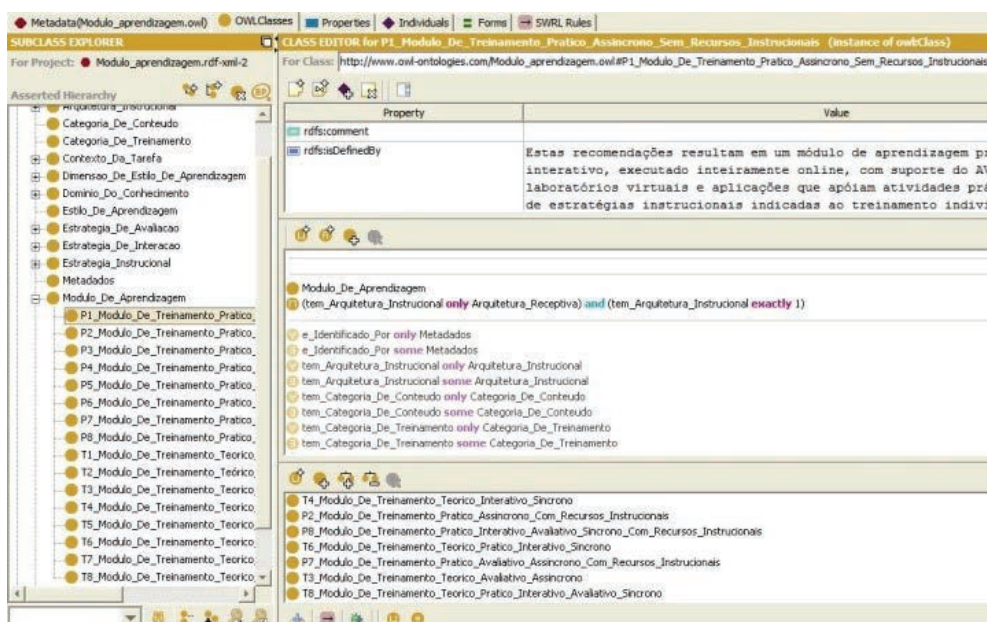


Figura 1: Ontologia de módulos de aprendizagem.

A ontologia também define uma linguagem e um conjunto de termos que são utilizados para especificar características de cada modelo de módulo de aprendizagem. A especificação é construída a partir

da escolha da arquitetura de projeto instrucional, a qual determina as recomendações de estratégias; recursos instrucionais e ferramentas computacionais.

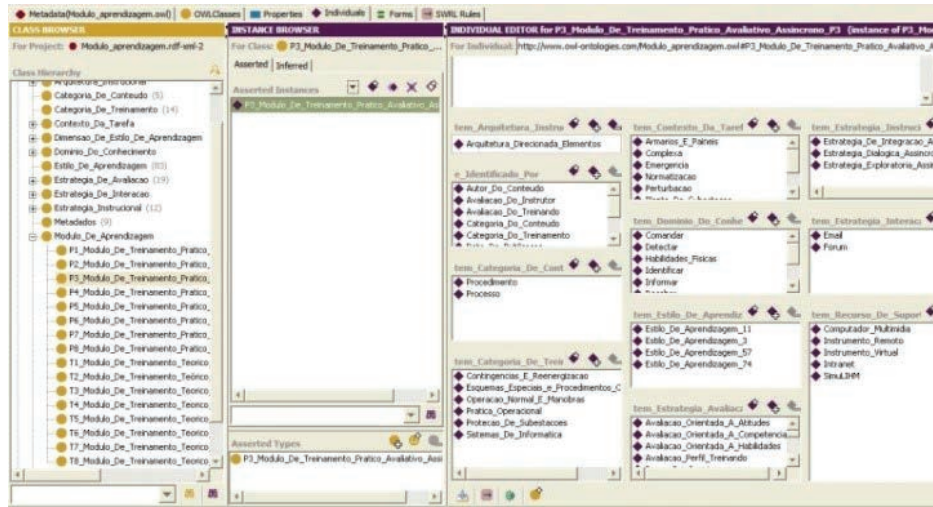


Figura 2: Instâncias de módulos de aprendizagem.

A Figura 2 ilustra a aba “Individuals” da ferramenta *Protégé*, na qual foram instanciados os modelos de módulos de aprendizagem, com base nas propriedades das classes.

No contexto do treinamento de operadores de sistemas elétricos em ambientes virtuais de aprendizagem, as ontologias foram associadas aos mecanismos de raciocínio e a regras de inferência, com o propósito de recomendar modelos de módulos de aprendizagem voltados a objetivos de aprendizagem específicos, como propõe Vesin *et al.* (2011).

Partindo do princípio de que as ontologias se baseiam em lógicas descritivas e mecanismos de raciocínio implícitos – tais como classificações, relacionamentos e instâncias de classes e objetos –, são necessárias regras adicionais para executar inferências complexas (consultas) que expressem relações que não podem ser representadas de forma direta pelo raciocínio ontológico (VESIN *et al.*, 2011). As consultas originam as regras que devem compor a ontologia, para gerar como resultado recomendações para os módulos de aprendizagem.

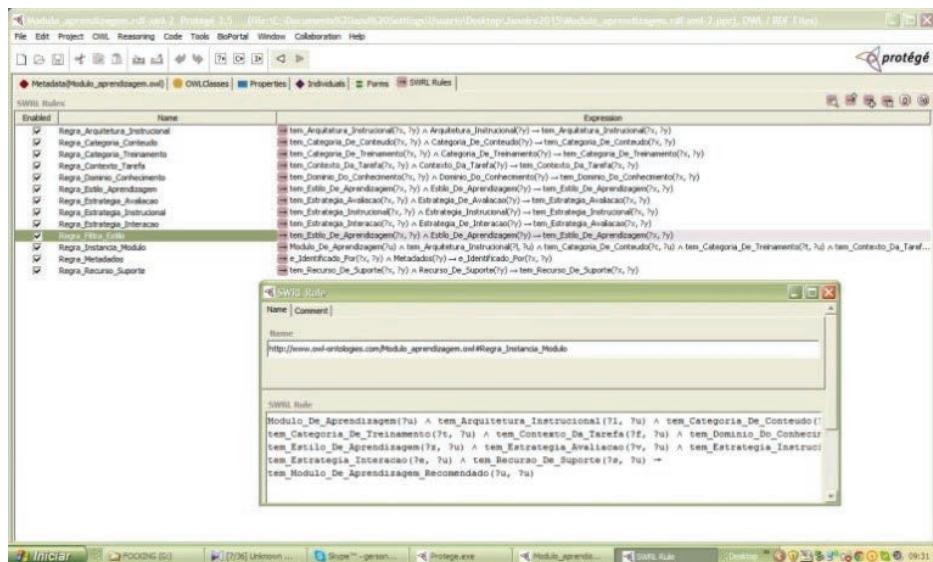


Figura 3: Editor de regras SWRL – *Protégé*.

AS ONTOLOGIAS E O PROJETO INSTRUCIONAL

Neste trabalho, utilizou-se a linguagem SWRL (*Semantic Web Rule Language*) como forma de representar o conhecimento e expressar a lógica das regras envolvidas na ontologia de módulos de aprendizagem, escrita em linguagem OWL (*Web Ontology Language*). A linguagem SWRL permite que os usuários escrevam regras para o raciocínio sobre os indivíduos OWL (instâncias), as quais podem inferir novos conhecimentos sobre esses indivíduos.

Assim sendo, foram construídas regras, na linguagem SWRL, com o objetivo de executar as filtras de estratégias e gerar recomendações de modelos para módulos de aprendizagem. Essas regras são executadas pelo motor de inferência *Pellet*, escrito na linguagem Java para OWL-DL. *Pellet* é um motor de inferência utilizado para raciocinar sobre ontologias descritas na linguagem OWL, o qual fornece funcionalidades para: validação; checagem de consistência; classificação; verificação de implicações; e que responde às consultas estabelecidas; através das propriedades de objeto ou de tipos de dados.

Utilizou-se como ferramenta de desenvolvimento o editor de ontologias *Protégé*, versão 3.5, associado ao *plugin* Protégé-OWL, o qual permite construir ontologias na linguagem OWL, um padrão recomendado pela W3C (*World Wide Web Consortium*). Para suporte à linguagem SWRL, utilizou-se o *plugin* SRWLTAB e foi adotado o método 101 de criação de ontologias, descrito por Noy e McGuinness (2001).

MODELOS DE PROJETO INSTRUCIONAL PARA MÓDULOS DE APRENDIZAGEM

Um dos desafios para os projetistas instrucionais é a seleção adequada de estratégias e recursos instrucionais para instanciar módulos de aprendizagem de qualidade e construir o projeto instrucional. Entende-se que os avanços tecnológicos permitem a criação de novas abordagens para o treinamento, tanto de forma presencial quanto em ambientes de *e-learning*, e que essas tecnologias se tornaram fundamentais para ampliar as condições da instrução.

No caso de treinamento de operadores, elas oferecem ao operador circunstâncias para engajar-se de forma independente e autônoma no treinamento.

Neste trabalho, foram gerados dezesseis modelos para módulos de aprendizagem, instanciados a partir dos seguintes critérios: estratégia de aprendizagem (exploratória, dialógica, integração); ambiente de treinamento (virtual; presencial); objetivo de treinamento (teórico; prático); tipo de interação (síncrona; assíncrona); e a adoção ou não de recursos instrucionais e ferramentas computacionais. Foram também especificados modelos de avaliação da aprendizagem e de desempenho. Os modelos instanciados são descritos a seguir.

Arquitetura de aprendizagem receptiva

Essa arquitetura reflete a metáfora de absorção da aprendizagem. Seu principal objetivo é a aquisição de informações, diante de uma baixa interação com a realização de atividades práticas ou de realimentação. Os modelos contemplam a instrução teórica, construção de habilidades e treinamento voltado a operadores inexperientes. Para a arquitetura receptiva, são propostos os modelos **T1**, **T2**, **P1** e **P2**, indicados ao treinamento teórico e prático assíncrono. As abordagens instrucionais desses modelos são apresentadas na Figura 4.

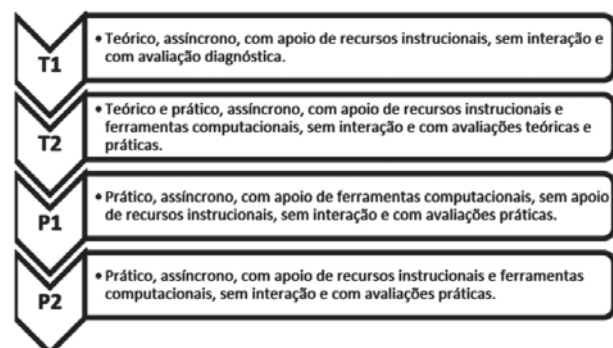


Figura 4: Modelos de módulos na arquitetura receptiva.

Arquitetura de aprendizagem direcionada

Essa arquitetura reflete um modelo comportamental de aprendizagem. O principal objetivo é o fortalecimento da resposta do aprendiz, caracteri-

zado por um elevado grau de suporte instrucional, realimentação e reforço, com limitado controle do operador. Enfatiza a aquisição de hierarquias de conhecimento e de habilidades predeterminadas. Orientada a operadores novatos, desenvolve habilidades, treina procedimentos e processos. Para a arquitetura direcionada, são propostos os modelos **T3**, **T4**, **P3** e **P4**, indicados ao treinamento teórico e prático em situações síncronas e assíncronas. As abordagens instrucionais desses modelos são apresentadas na Figura 5.

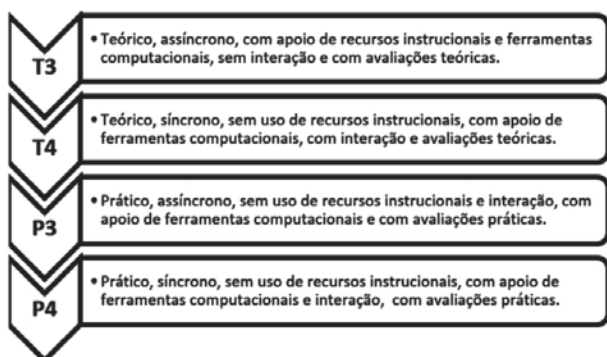


Figura 5: Modelos de módulos na arquitetura direcionada.

Arquitetura de aprendizagem pela descoberta guiada

Essa 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. Para a arquitetura descoberta guiada, são propostos os modelos **T5**, **T6**, **P5** e **P6**, indicados ao treinamento teórico e prático em situações síncronas. As abordagens instrucionais desses modelos são apresentadas na Figura 6.

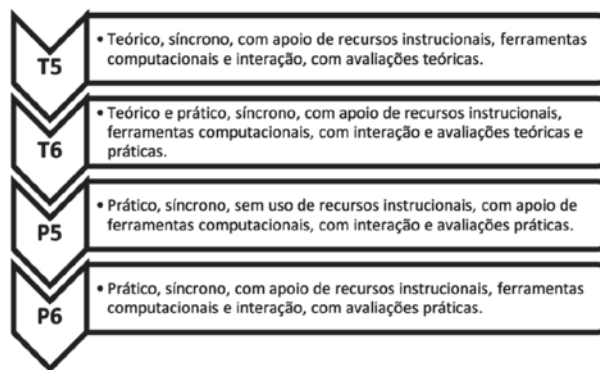


Figura 6: Modelos de módulos na arquitetura descoberta guiada.

Arquitetura de aprendizagem exploratória

Essa arquitetura reflete um modelo cognitivo de aprendizagem com ênfase construtivista. O objetivo principal está ligado às tarefas do mundo real; os recursos instrucionais são caracterizados pelo alto grau de iniciativa e controle do treinando, para obter a informação necessária à instrução. A web proporciona um ambiente exploratório robusto, sem as limitações impostas pela aprendizagem realizada em ambientes tradicionais. Os modelos são indicados para operadores com capacidade técnica e operacional e com competência para gerenciar as experiências de aprendizagem. Para a arquitetura exploratória, são propostos os modelos **T7**, **T8**, **P7** e **P8**, indicados ao treinamento teórico e prático em situações síncronas e assíncronas, com avaliações teóricas e práticas. As abordagens instrucionais desses modelos são apresentadas na Figura 7.

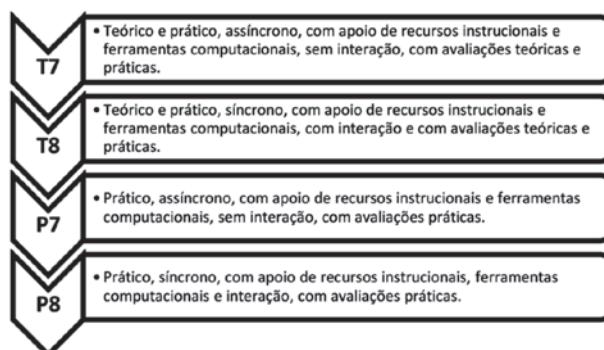


Figura 7: Modelos de módulos na arquitetura exploratória.

Durante a construção do projeto instrucional, deve ser adotada uma das arquiteturas apresentadas, como um *framework* padrão que serve de modelo à instanciação de módulos de aprendizagem contextualizados: ao estilo de aprendizagem do operador; aos objetivos de aprendizagem; e aos requisitos da tarefa e objetivos do treinamento.

Considera-se como uma contribuição deste trabalho à pesquisa em *e-learning* as recomendações de estratégias para um estilo de aprendizagem com base no perfil do aprendiz, nos recursos instrucionais disponíveis e nos objetivos do treinamento. O conhecimento do estilo de aprendizagem do operador fornece uma visão sobre sua capacidade para desenvolver as habilidades, modificar as atitudes e ampliar as competências necessárias à operação.

Na próxima seção, apresenta-se a metodologia *i-blended*, que se apoia na informação de ontologias de domínio para recomendar modelos instanciados de módulos de aprendizagem.

A METODOLOGIA *i-blended*

Os sistemas utilizados na recomendação de estratégias procuram compreender o interesse do treinando e gerar uma lista de recomendações com itens relacionados, afirmam Sunil e Saini (2013). Neste trabalho, 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*. Em seu estudo, Sunil e Saini 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.

Nesse sentido, a metodologia *i-blended* utiliza métodos de filtragem por conteúdo, descritos em Barbosa (2014), para selecionar estratégias instrucionais e recomendar modelos de módulos de aprendizagem. A metodologia realiza filtragens sucessivas de estratégias instrucionais, segundo critérios relacionados ao estilo de aprendizagem do operador, aos domínios do conhecimento, à categoria de conteúdo e à categoria de treinamento.

Nesta pesquisa, desenvolveram-se algoritmos em linguagem C++ que, em testes de execução, permitiram percorrer as matrizes criadas a partir dos

quadros 2, 3, 4, 5 e 6, apresentados a seguir, e selecionar conjuntos de estratégias instrucionais que são combinadas em modelos de treinamento teórico, teórico-prático ou prático. A partir desses modelos, são instanciados os módulos de aprendizagem.

Estilos de aprendizagem de operadores

É consenso entre muitos pesquisadores que, uma vez que o treinando possui diferentes características físicas, certamente possui características psicológicas e cognitivas distintas, o que afeta diretamente o processo de ensino e aprendizagem. Para Rosário (2006), a diferença entre essas características é determinante para o baixo desempenho, reprovação e desistência em cursos na modalidade de *e-learning*.

Na literatura, são encontrados vários padrões de estilos de aprendizagem, os quais descrevem preferências de aprendizagem de diferentes perfis de treinandos. No trabalho de Coffield *et al.* (2009), é apresentada uma revisão sistemática dos modelos de estilos de aprendizagem, retomando as investigações de Pask (1976), Entwistle (1981), Kolb *et al.* (1985), Myers e McCaulley (1985), Felder e Silverman (1988) e Honey e Mumford (1992).

Tendo sido este trabalho influenciado pela diversidade de situações nas quais os resultados podem ser aplicados, adotou-se o modelo de estilos de aprendizagem de Felder e Silverman (1988). Esse modelo se destina à aplicação em treinamentos específicos no domínio da engenharia, e compreende quatro dimensões da aprendizagem: percepção, entrada, processamento e organização.

Quadro 1: Dimensões do modelo de Felder e Silverman (1988).

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

O modelo de Felder e Silverman diferencia os grupos de acordo com a preferência sobre como lidar com a informação. O primeiro grupo, dos *ativos* e *reflexivos*, prefere adquirir a informação através da experimentação ou pela observação. Os *sensitivos* e *intuitivos* têm mais facilidade de aprender através da observação ou por introspecção.

Há, ainda, os *visuais* e *verbais*, que preferem aprender através de informações gráficas, ou escritas e faladas. Há os que preferem ter acesso ao conteúdo ordenada e progressivamente, do específico para o geral, estes são os *sequenciais*. Os que aprendem de modo aleatório e mais facilmente quando o assunto é apresentado do geral para o específico, são classificados como *globais*. Esses estilos de aprendizagem representam os vários métodos e processos cognitivos que os aprendizes usam para capacitar-se a realizar uma tarefa durante um percurso instrucional.

Descrição da metodologia *i-blended*

A metodologia *i-blended*, cuja representação está ilustrada na Figura 8, foi concebida para propor um conjunto de modelos de módulos de aprendizagem, a partir da utilização de um grupo de estratégias apoiadas por recursos instrucionais e por ferramentas computacionais disponibilizadas em ambientes de *e-learning*.

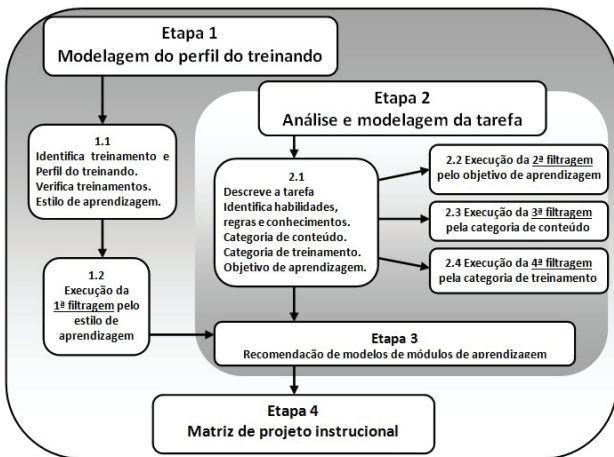


Figura 8: Representação da metodologia *i-blended*.

O objetivo da metodologia é promover o treinamento teórico e prático de operadores de sistemas elétricos, com o suporte de: ambientes computacionais; simuladores e laboratórios virtuais; com base em módulos de aprendizagem contextualizados ao estilo de aprendizagem dos treinandos, aos objeti-

vos do treinamento (conhecimento e tarefa) e às categorias de conteúdo e do treinamento. A próxima seção descreve a aplicação da metodologia *i-blended*.

Etapas para aplicação – Metodologia *i-blended*

A metodologia tem a proposta de padronizar a seleção de estratégias instrucionais, orientar a criação de modelos e minimizar o tempo gasto na construção da matriz de projeto instrucional de módulos de aprendizagem.

Essa matriz permite especificar o percurso instrucional mais adequado ao treinamento teórico e prático de operadores em ambientes de *e-learning*, formado pela combinação de *estratégias + recursos + atividades + ferramentas*. A aplicação da metodologia *i-blended* é realizada seguindo uma sequência de quatro etapas, descritas a seguir.

Etapla 1: 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.

Para seleção das estratégias instrucionais, os algoritmos de filtragem utilizam a informação constante na matriz representada no Quadro 2. As estratégias selecionadas na **primeira filtragem** são agrupadas e registradas no campo *Estratégias por Estilo de Aprendizagem* na matriz de projeto instrucional.

Quadro 2: Estratégias x estilo de aprendizagem.

ESTILOS DE APRENDIZAGEM (Felder & Silverman)	MATRIZ DE FILTRAGEM DE 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 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	0	0	√	√	√	√	0	0	0	0	√	√
Reflexivo	√	√	0	0	0	0	√	√	√	√	0	0
Sensitivo	√	0	√	0	√	0	√	√	√	√	0	0
Intuitivo	0	√	√	0	√	0	0	0	0	√	√	0
Verbal	0	0	√	√	√	√	0	0	0	0	√	√
Visual	√	√	0	0	0	0	√	√	√	√	0	0
Sequencial	√	√	0	0	0	0	√	√	√	√	0	0
Global	0	0	√	√	√	√	0	0	0	0	√	√

Legenda: 0 – não recomendada √ - recomendada

Etapla 2: executa a *modelagem da tarefa*, que, segundo Winckler e Pimenta (2004), tem enfoque na descrição de objetivos, ações e um conjunto de passos envolvidos na sua realização.

Neste trabalho, 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.

O resultado desta análise fornece informações para a matriz de projeto instrucional. De acordo com os autores, Winckler e Pimenta (2004), esse tipo de modelagem objetiva descrever e representar os elementos cognitivos que impactam na geração de objetivos, tomadas de decisão e de regras ou julgamentos.

Na **segunda filtragem**, os algoritmos usam como referência uma matriz que relaciona os domínios do conhecimento (cognitivo, perceptivo, psicomotor e comunicação) com as estratégias instrucionais recomendadas no Quadro 3.

Quadro 3: Estratégias x domínios do conhecimento e contexto da tarefa.

CLASSES DE ESTRATÉGIAS		MATRIZ DE FILTRAGEM DE ESTRATÉGIAS INSTRUCIONAIS																																					
		DOMÍNIO DO CONHECIMENTO						CONTEXTO DA TAREFA (LIHM)																															
		Cognitivo (Bloom)	Perceptivo (Berliner)	Psicomotor (Harrow)	Comunicação (Berliner)		Tipo de Tarefa		Ambiente		Situação da Tarefa																												
		Conhecer	Entender	Aplicar	Analisar	Avaliar	Preparar	Inspeccionar	Observar	Decidir	Identificar	Habilidades Motoras	Movimento Involuntário	Movimento Fundamental	Movimento Qualificado	Requisitar	Informar	Receber	Responder	Registar	Comandar	Simplex	Complexa	Prepensa	Ocasional	Programada	Energética	Plano de Substância	Armatória e pânico	Sistema Supervisório	Normal	Anormal	Crítica	Normalização	Forte/bastão	Recomposição			
E1	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
E2	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
E3	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
E4	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
E5	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
E6	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
E7	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
E8	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
E9	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
E10	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
E11	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
E12	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓

Legenda: ◊ = não recomendada ✓ = recomendada E_n = Estratégia instrucional

As informações obtidas na modelagem da tarefa têm origem no *template* fornecido pela metodologia *i-blended*, que orienta os projetistas no processo de mapear a tarefa prescrita em normativos e auxilia na obtenção dessas informações de especialistas. Esse *template* foi formalizado com base no modelo SRK, de Rasmussen (1983), em modelos usados na CHESF (2012) e nos princípios do método MCIE, proposto em Turnell (2004).

Como produtos dessa etapa, obtêm-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.

Com a definição da categoria de conteúdo, é possível realizar a **terceira filtragem** de estratégias instrucionais, usando como referência a matriz apresentada no Quadro 4.

Quadro 4: Estratégias x categoria de conteúdo.

MATRIZ DE FILTRAGEM DE ESTRATÉGIAS INSTRUCIONAIS												
CATEGORIA DE CONTEÚDO (Clark & Mayer)	Estratégias de integração											
	assíncronas práticas – E1	assíncronas práticas – E2	assíncronas práticas – E3	assíncronas práticas – E4	assíncronas práticas – E5	assíncronas práticas – E6	assíncronas práticas – E7	assíncronas práticas – E8	assíncronas práticas – E9	assíncronas práticas – E10	assíncronas práticas – E11	assíncronas práticas – E12
Fato	◊	✓	◊	✓	◊	✓	◊	✓	◊	✓	◊	✓
Conceito	◊	✓	◊	✓	◊	✓	◊	✓	◊	✓	◊	✓
Princípio	◊	✓	◊	✓	◊	✓	◊	✓	◊	✓	◊	✓
Processo	✓	◊	✓	◊	✓	◊	✓	◊	✓	◊	✓	◊
Procedimento	✓	◊	✓	◊	✓	◊	✓	◊	✓	◊	✓	◊

Legenda: ◊ = não recomendada ✓ = recomendada

Com a definição da categoria de treinamento, realiza-se a **quarta filtragem**, utilizando como referência a matriz apresentada no Quadro 5.

Quadro 5: Estratégias x categoria de treinamento.

MATRIZ DE FILTRAGEM DE ESTRATÉGIAS INSTRUCIONAIS												
CATEGORIA DE CONTEÚDO (Clark & Mayer)	Estratégias de integração											
	assíncronas práticas – E1	assíncronas práticas – E2	assíncronas práticas – E3	assíncronas práticas – E4	assíncronas práticas – E5	assíncronas práticas – E6	assíncronas práticas – E7	assíncronas práticas – E8	assíncronas práticas – E9	assíncronas práticas – E10	assíncronas práticas – E11	assíncronas práticas – E12
Fato	◊	✓	◊	✓	◊	✓	◊	✓	◊	✓	◊	✓
Conceito	◊	✓	◊	✓	◊	✓	◊	✓	◊	✓	◊	✓
Princípio	◊	✓	◊	✓	◊	✓	◊	✓	◊	✓	◊	✓
Processo	✓	◊	✓	◊	✓	◊	✓	◊	✓	◊	✓	◊
Procedimento	✓	◊	✓	◊	✓	◊	✓	◊	✓	◊	✓	◊

Legenda: ◊ = não recomendada ✓ = recomendada

Concluídas essas etapas, é aplicado um processo de refinamento das estratégias instrucionais filtradas, e aquelas repetidas ou não adequadas ao estilo de aprendizagem do treinando são excluídas. As estratégias resultantes serão usadas para filtrar e recomendar os modelos de módulos de aprendizagem, na próxima etapa da metodologia *i-blended*.

Etapa 3: nessa etapa, a metodologia *i-blended* executa o processamento das estratégias selecionadas, com base na matriz apresentada no Quadro 6. Como resultado, tem-se a recomendação de modelos de módulos de aprendizagem. Esses modelos

são adaptáveis aos múltiplos cenários de instrução teórica instanciáveis em ambientes de *e-learning*. Soma-se a esses cenários toda uma gama de possibilidades de treinamento prático oferecidas pelos simuladores e laboratórios virtuais.

Nessa etapa da metodologia, é necessário que os projetistas instrucionais, com base em sua experiência, selecionem entre os modelos recomendados, aquele ou aqueles que melhor se adequam ao estilo de aprendizagem desejado e à aplicação eficiente de estratégias, recursos e ferramentas.

Quadro 6: Estratégias x módulos de aprendizagem.

MÓDULOS DE APRENDIZAGEM	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
T1	0	√	0	0	0	0	0	0	0	√	0	0
T2	√	√	0	0	0	0	0	0	√	√	0	0
T3	0	√	0	0	0	0	0	0	0	√	0	0
T4	0	0	0	√	0	√	0	0	0	0	0	√
T5	0	0	0	√	0	√	0	0	0	0	0	√
T6	0	0	√	√	√	√	0	0	0	0	√	√
T7	√	√	0	0	0	0	√	√	√	√	0	0
T8	0	0	√	√	√	√	0	0	0	0	√	√
P1	√	0	0	0	0	0	√	0	√	0	0	0
P2	√	0	0	0	0	0	√	0	√	0	0	0
P3	√	0	0	0	0	0	√	0	√	0	0	0
P4	0	0	√	0	√	0	0	0	0	0	√	0
P5	0	0	√	0	√	0	0	0	0	0	√	0
P6	0	0	√	0	√	0	0	0	0	0	√	0
P7	√	0	0	0	0	0	0	0	√	0	0	0
P8	0	0	√	0	√	0	0	0	0	0	√	0

Legenda: 0 = não recomendada √ = recomendada
T_n = Módulo de aprendizagem teórico - P_n = Módulo de aprendizagem prático

Assim, a instanciação dos módulos de aprendizagem deve ficar a cargo dos instrutores e projetistas, capazes de considerar a especificidade da situação instrucional nesse processo.

Etapa 4: nesta etapa, os modelos de módulos recomendados devem ser contextualizados aos estilos e objetivos de aprendizagem através da formação da matriz de projeto instrucional. 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 a esses critérios.

A matriz de projeto instrucional é utilizada pelos profissionais da equipe de desenvolvimento (conteudistas, *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 para se atingir os objetivos de aprendizagem.

A adoção de um processo de filtragens permite adequar ao treinando as estratégias e recursos instrucionais que melhor atendam às suas necessidades de construção de competências e de desenvolvimento de habilidades ou 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 eficaz em ambientes de *e-learning*.

APLICAÇÃO DA METODOLOGIA *i-blended* CRIANDO CENÁRIOS DE TREINAMENTO

Nesta seção, descreve-se o processo adotado no mapeamento de descritivos de quatro cenários de treinamento em um projeto instrucional.

O processo inicia-se com a análise dos documentos descritivos de quatro roteiros de treinamentos simulados, para o ambiente SIMULOP, elaborados pela coordenação de treinamento da Companhia Hidroelétrica do São Francisco (CHESF), utilizados na capacitação de operadores de sistema e de instalações.

As informações existentes nesses documentos representam uma fonte confiável e adequada aos propósitos de aplicação da metodologia *i-blended*, uma vez que neles estão descritos os objetivos de aprendizagem, a configuração do sistema e das

instalações (equipamentos), além de roteiros para elaboração e execução dos cenários de treinamento.

A metodologia *i-blended* foi aplicada aos quatro cenários de treinamento e os resultados da execução das etapas de filtragem geraram a recomendação de módulos de aprendizagem com estratégias e recursos considerados adequados aos estilos e objetivos de aprendizagem propostos. Os modelos recomendados pela metodologia são apresentados nas seções seguintes.

Definição do perfil dos operadores

A partir de estudos realizados no LIHM, foi definido um perfil para os operadores, cujos destaques são: idade entre 25 e 55 anos, técnicos, com média de 12 anos de experiência na operação e vários treinamentos realizados. Em relação aos estilos de aprendizagem, destacaram-se os estilos *ativo*, *reflexivo*, *sensitivo* e *visual* (CHESF, 2012).

Cenário de treinamento 1 – Recomposição do sistema

Esse cenário teve como objetivo treinar/capacitar operadores em procedimentos de *recomposição* ou *reenergização* de equipamentos ou instalações, avaliando o conhecimento na área de atuação da proteção de equipamentos, no caso, um *transformador*.

Na modelagem da tarefa, foram identificadas as seguintes situações: aplicação de conhecimentos, manuseio de equipamentos e dispositivos e uso de técnicas padronizadas de comunicação. Os ambientes de treinamento são a *sala de controle* e as *instalações da planta*.

Nesse cenário de treinamento, considerando-se o estilo de aprendizagem *ativo*, a metodologia *i-blended* gerou como recomendação os modelos: **T5** (teórico), **T6** ou **T8** (teórico-prático) e **P6** ou **P8** (prático). Tais modelos propõem estratégias e recursos relativos a três abordagens instrucionais distintas:

- **Modelo T5:** cenário para o aprendizado teórico, que utiliza os recursos instrucionais e as ferramentas computacionais disponibilizadas pelo ambiente virtual (animações interativas, atividades SCORM – *Sharable Content Object Reference*

Model). Nesse modelo, a interação ocorre entre instrutores e operadores, de forma síncrona. A aprendizagem é avaliada por meio de questionários, banco de questões, provas escritas, exercícios SCORM e entrevistas;

- **Modelo T6 ou T8:** cenário para o aprendizado teórico e prático, com interação síncrona. Demanda o suporte de recursos instrucionais e de ferramentas computacionais disponibilizadas pelo ambiente virtual (simuladores ou laboratórios virtuais). A interação pode ser feita presencialmente; por videoconferência ou por telefone. A avaliação da aprendizagem se fundamenta em um banco de questões e a avaliação do desempenho ocorre através de simulações em ambientes virtuais e/ou presenciais;
- **Modelo P8:** cenário para o treinamento prático, com interação síncrona em ambiente virtual e/ou presencial. Deve ser apoiado por recursos instrucionais e por ferramentas computacionais (simuladores ou laboratórios virtuais) disponibilizadas no ambiente virtual. Simulações são realizadas para desenvolver o aprendizado e para avaliar o desempenho em atividades práticas.

Cenário de treinamento 2 – Contingências e reenergização

Esse cenário tem como objetivo treinar/capacitar operadores nas operações de tempo real de *recomposição* de equipamentos ou instalações, verificando os conhecimentos na área de atuação: *inspeção da barra* e *detecção de defeitos em isoladores*.

Segundo a Norma de Operação da CHESF (2012), esse modelo de treinamento se enquadra no tipo *contingências e reenergização*, o qual possui forte conotação de treinamento teórico.

Na modelagem da tarefa, foram identificadas situações de aplicação de conhecimentos, manipulação de equipamentos e dispositivos e o uso de técnicas padronizadas de comunicação. Os ambientes de treinamento são a *sala de controle* e as *instalações na planta*.

Os procedimentos de *contingências e reenergização* são treinados utilizando-se estratégias de aprendizagem e de avaliação teóricas, seguidas de atividades práticas realizadas em simuladores com a representação em ambiente virtual. As abordagens

teóricas compreendem a leitura de normativos e documentos técnicos da operação, roteiros de manobras e relatórios de ocorrências, CHESF (2011a, 2011b, 2012).

Nesse contexto de treinamento, considerando o estilo de aprendizagem *reflexivo*, a metodologia *i-blended* recomenda os **modelos T2 ou T7** (teórico) e **P7** (prático). Esses modelos apresentam recomendações que 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 se dá com base em: um banco de questões; exercícios no formato SCORM e provas escritas. A avaliação do desempenho ocorre por meio de simulações em ambientes virtuais e presenciais;
- **Modelo P7:** cenário de treinamento prático, assíncrono, executado em ambiente virtual. O aprendizado se desenvolve a partir de simulações e a avaliação se dá em atividades práticas. A aplicação desse modelo depende de recursos instrucionais e de ferramentas computacionais disponibilizadas no ambiente virtual.

Cenário de treinamento 3 – Operação normal e manobras

Esse cenário tem como objetivo treinar/capacitar operadores em situações dos tipos: *recomposição de equipamentos* ou *instalações em situações de rotina*, verificando conhecimentos na área de atuação: “procedimentos executados durante o religamento automático sem sucesso”, por exemplo, durante a transferência de um disjuntor.

Os procedimentos de *operação normal e manobras* são treinados utilizando-se estratégias de aprendizagem e de avaliação teóricas, seguidas de atividades práticas realizadas em um ambiente de simulação. As abordagens teóricas compreendem a leitura de normativos e de documentos técnicos da operação; roteiros de manobras e relatórios de ocorrências.

Na avaliação teórica, é utilizado um sistema de banco de questões que gera avaliações, de forma automatizada, de acordo com os temas do treinamen-

to. No simulador, são realizadas tanto atividades instrucionais práticas quando atividades de avaliação, a partir da representação de cenários de treinamento.

Para este contexto de treinamento, e considerando-se o estilo de aprendizagem *sensitivo*, a metodologia *i-blended* recomendou os modelos **T1** (teórico) e **P7** ou **P8** (prático). Esses modelos apresentam recomendações focadas em três abordagens instrucionais:

- **Modelo T1:** aprendizado teórico, assíncrono, com o suporte de recursos instrucionais. A avaliação tem um caráter diagnóstico e se fundamenta no banco de questões.
- **Modelo P7:** aprendizado prático, assíncrono, executado em ambiente virtual. Deve ser apoiado por recursos instrucionais e por ferramentas computacionais disponibilizadas no ambiente. Simulações são realizadas para desenvolver o aprendizado e para avaliar o desempenho em atividades práticas. A avaliação também é apoiada pelo banco de questões.
- **Modelo P8:** aprendizado prático, síncrono, executado em ambiente virtual. Apoiado por recursos instrucionais e por ferramentas computacionais disponibilizadas no ambiente. A interação pode ser feita por: telefone; videoconferência; presencial e no ambiente virtual. Simulações e experimentos remotos podem ser realizados para desenvolver o aprendizado e para avaliar o desempenho em atividades práticas. O banco de questões também apoia a avaliação.

Cenário de treinamento 4 – Operação do sistema de supervisão

Esse cenário tem como objetivo promover o conhecimento sobre a *navegação* no sistema de supervisão e controle de redes elétricas (SAGE – Sistema Aberto de Supervisão e Controle de Energia Elétrica). Na modelagem da tarefa, foram identificadas situações de aplicação de conhecimentos na navegação no sistema supervisorio e no uso de técnicas padronizadas de comunicação. O ambiente de treinamento é a *sala de controle*.

Os processos de treinamento em *sistemas de supervisão* são realizados usando-se estratégias de aprendizagem teóricas, simulações presenciais com treinamento no local de trabalho e atividades prá-

ticas em um simulador do sistema de supervisão SAGE. As estratégias teóricas compreendem o treinamento em laboratório e a leitura de manuais de operação.

No treinamento presencial são criados cenários que envolvem a atuação no *software* de supervisão SAGE/Simulop⁵ e nos equipamentos presentes na instalação.

Considerando-se o estilo de aprendizagem *visual* como sendo o mais adequado a esse treinamento, a metodologia *i-blended* recomenda os modelos **T5** ou **T6** (teórico) e **P6** ou **P8** (prático). Para esse treinamento específico, envolvendo a comunicação entre operadores, o conhecimento na aplicação (SAGE/Simulop) e o conhecimento do processo, são necessárias atividades de interação síncrona, tutoriais de operação e atividades práticas na aplicação. Os cenários de treinamento instanciados adotam as abordagens instrucionais a seguir:

- **Modelo T5:** cenário de treinamento teórico, síncrono, com o suporte de recursos instrucionais e ferramentas computacionais. A avaliação tem caráter teórico e acontece através: do banco de questões, da interação via videoconferência, do *brainstorming* com participação remota e *chats*;
- **Modelo T6:** cenário de treinamento teórico e prático, síncrono, executado em ambiente virtual. Apoiado por recursos instrucionais multimídia e por ferramentas computacionais disponibilizadas no ambiente. Simulações são realizadas para desenvolver o aprendizado e avaliar o desempenho em atividades práticas. A avaliação é apoiada pelo banco de questões, pela interação via videoconferências, *brainstorming* com participação remota e *chats*.
- **Modelo P6 ou P8:** cenário de treinamento prático, síncrono, executado em ambiente virtual. Apoiado por recursos instrucionais e por ferramentas computacionais disponibilizadas no ambiente. A interação acontece através: do telefone, de videoconferência, presencial e do 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.

A partir da análise dos descritores dos treinamentos elaborados pelos engenheiros da CHESF, foi possível aplicar a metodologia *i-blended*, utilizando-se os algoritmos de filtragem em testes de execução. Esses testes consistem em executar os algoritmos de filtragem e analisar se os resultados gerados são compatíveis com os resultados esperados. Como resultado, foram obtidas recomendações de modelos de módulos de aprendizagem. Na próxima seção, apresenta-se um estudo de caso no qual foram desenvolvidos módulos de aprendizagem com base nas recomendações da metodologia *i-blended*.

ESTUDO DE CASO CHESF: TREINAMENTO EM PROTEÇÃO COM RELÉS DIGITAIS

A metodologia *i-blended* foi aplicada neste estudo para a elaboração de um cenário de treinamento no tema *proteção com relés digitais*, a ser aplicado na empresa CHESF. O objetivo do treinamento é reforçar o conhecimento do operador na navegação e interpretação da informação apresentada na IHM (Interface Homem Máquina) de relés digitais e nas ações relacionadas a esse contexto da operação.

Esse treinamento deve ser realizado por todos os operadores durante o programa de capacitação, e tem um caráter teórico e prático, envolvendo situações de aplicação de conhecimentos e de interpretação de informações necessárias à tomada de decisões. Segundo a Norma de Operação CHESF (2012), esse treinamento se enquadra no tipo *proteção de subestação*.

Os estilos de aprendizagem propostos nesse treinamento contemplam os resultados obtidos em estudos anteriores, realizados no grupo de pesquisa do LIHM, os quais contaram com a participação de operadores da mesma subestação da CHESF.

Também foram utilizados dados coletados a partir do questionário eletrônico de Felder e Silverman, aplicado ao longo da pesquisa. Esse questionário foi aplicado aos alunos em formação no Curso Técnico de Informática a Distância (66 estudantes) no IFTO (Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia), e a três operadores da subestação CGD (Subestação Campina Grande II). Os resultados dessa coleta de dados fundamentaram a classifica-

⁵ Simulop – Simulador de sistemas elétricos (EPRI/OTS).

ção dos estilos de aprendizado (Quadro 1) adotada nesses experimentos, os quais são descritos a seguir.

- **Ativo** com intensidade moderada entre 5 e 7 pontos;
- **Sensitivo** com intensidade moderada entre 5 e 7 pontos;
- **Visual/Verbal** com intensidade leve entre 1 e 3 pontos;
- **Sequencial** com intensidade de moderada a forte entre 9 e 11 pontos.

Com a aplicação do questionário de Felder e Silverman, obtêm-se faixas de intensidade de preferência para cada estilo, e, neste estudo de caso, destacaram-se com intensidade moderada os estilos *visual* e *sensitivo*, e com intensidade forte o estilo *sequencial*, razões pelas quais foram adotados.

Quadro 8: Estilos de aprendizagem preferenciais.

[1] Estilo de aprendizagem	[2] Estratégias instrucionais recomendadas
Ativo/sensitivo/sequencial	E1, E3, E4, E5, E6, E7, E9, E11, E12

Descrição da tarefa

A tarefa desse cenário foi dividida nas cinco etapas sequenciais apresentadas a seguir. O ambiente virtual de aprendizagem foi utilizado no treinamento. Para o treinamento, foram contextualizados os verbos de ação (em destaque), em cada uma das etapas:

- **Etapla 1:** o operador utiliza o conhecimento para *identificar* no relé de proteção qual componente do sistema de proteção atuou e *analisar* o seu *status* (*identificar*);
- **Etapla 2:** o operador utiliza o conhecimento para navegar corretamente nas opções de *solicitação* ou *apresentação* de informações da IHM do relé de proteção (*requisitar*);
- **Etapla 3:** o operador deve *escolher* a melhor estratégia para *resolver* a ocorrência (*executar*);
- **Etapla 4:** o operador deve *verificar* as informações do equipamento e *realizar* os procedimentos prescritos, respeitando os padrões normatizados (*executar*);
- **Etapla 5:** o operador deve garantir o restabelecimento do sistema (*executar*);

Categoria de conteúdo

A categoria de conteúdo abordada no cenário desse treinamento é do tipo *procedimento*, e tem por objetivo: identificar equipamentos; ocorrências; sinais luminosos e alarmes sonoros; interpretar informações fornecidas por esses equipamentos; e executar um procedimento com vistas a normalizar o sistema elétrico. Esse 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.

Mapeamento da situação de treinamento

Nesse cenário, os operadores são treinados individualmente em um dos estilos de aprendizagem: *ativo/sensitivo/sequencial*. Com esse treinamento, objetiva-se consolidar o conhecimento na utilização do equipamento e reforçar a habilidade de interpretar sinais e alarmes sonoros, executando as manobras de forma correta. No início do cenário, a instalação (subestação) é apresentada na configuração normal.

Os *objetivos de aprendizagem* declarados com base nos descritivos dos cenários tiveram por base capacitar para: (i) analisar a situação do equipamento; (ii) coletar as informações necessárias; e (iii) executar o procedimento corretamente. A aplicação da metodologia é apresentada, a seguir, na sequência em que foram realizadas.

Filtragem de estratégias no domínio do conhecimento

Quadro 9: Estratégias por domínio do conhecimento.

Domínio do Conhecimento	Estratégias instrucionais
Objetivos de aprendizagem: Identificar, requisitar, analisar e executar	E1, E2, E3, E5, E7, E8, E9, E10, E11

Filtragem de estratégias por contexto da tarefa

Quadro 10: Estratégias por contexto da tarefa.

Contexto da Tarefa	Estratégias instrucionais
Tipo de tarefa: complexa	E3, E5, E11
Ambiente da tarefa: painéis	E3, E5, E11
Situação da tarefa: crítica	E1, E3, E5, E7, E9, E11

Filtragem de estratégias por categoria de conteúdo

Quadro 11: Estratégias por categoria de conteúdo.

Categoria de conteúdo	Estratégias instrucionais
Procedimento	E1, E3, E5, E11

Filtragem de estratégias por categoria de treinamento

Quadro 12: Estratégias por categoria de treinamento.

Categoria de treinamento	Estratégias instrucionais
Proteção de subestações	E1, E3, E5, E7, E11, E12

Cenários de treinamento recomendados

Para o cenário de treinamento no processo de *navegação e interpretação da informação*, foram recomendados os modelos **T6** ou **T8** (teórico e prático), ou **P1** ou **P2** (prático), ou **P5** ou **P6** (prático) ou **P6** ou **P8** (prático).

No modelo atual, o processo de treinamento em *proteção de subestações* é realizado usando-se estratégias síncronas de aprendizagem teórica e prática, simulações presenciais com treinamento no local de trabalho e atividades práticas com o simulador de relés digitais fornecido pelo fabricante do modelo P442, da Alstom (MiCOM Agile, 2011).

As estratégias teóricas compreendem o treinamento fundamentado na leitura de: manuais técnicos e normativos de operação; relatórios de ocorrências e apostilas sobre proteção. São propostas atividades de aprendizagem no ambiente virtual. Na simulação de atividades no ambiente presencial, são apresentados cenários que envolvem leitura de dados e a atuação direta sobre os relés digitais.

No contexto desse treinamento, e, considerando os estilos de aprendizagem *ativo/sensitivo/sequencial*, os modelos **T6** ou **T8** (teórico e prático) e **P6** ou **P8** (prático) satisfazem as necessidades de estratégias, recursos instrucionais e ferramentas computacionais.

Para executar um procedimento de operação na IHM de equipamentos, é necessária a habilidade para manipular comandos e executar funções predefinidas. Nesse caso, recomendam-se atividades de aprendizagem teórica, com o suporte de simulações em ambientes virtuais e presenciais. Recomenda-se, ainda, a interação síncrona, com o suporte de recursos instrucionais disponibilizados no AVA (Ambiente Virtual de Aprendizagem). Sob esse ponto de vista, os modelos recomendados acrescentam à instrução tradicional uma gama de recursos para interação (áudio e videoconferência, *chat*, fórum, AVA) e instrucionais (multimídia), associados a atividades de aprendizagem e avaliação teórica e prática do aprendizado em diferentes formatos. Os cenários de treinamento elaborados com base nos modelos recomendados apontam para duas abordagens instrucionais distintas:

- **Modelo T6 ou T8:** cenário de treinamento teórico e prático, síncrono, executado em ambiente virtual, com o apoio de recursos instrucionais multimídia e de ferramentas computacionais disponibilizadas no AVA. Simulações são realizadas para desenvolver o aprendizado e apoiar a avaliação do desempenho em atividades práticas. Um banco de questões; videoconferências, *brainstorming* e questionários fazem parte do processo de avaliação.
- **Modelo P6 ou P8:** cenário de treinamento prático, síncrono, executado em ambiente virtual, apoiado por recursos instrucionais e ferramentas computacionais disponibilizadas no AVA. A interação pode ser presencial; por telefone; videoconferência e no ambiente virtual. Simulações e experimentos remotos são realizados para desenvolver o aprendizado e avaliar o desempenho em atividades práticas. Um banco de questões apoia a avaliação.

Módulo de aprendizagem proposto

Foi construído um módulo de aprendizagem formado por duas lições: uma com abordagem teórica e outra com abordagem prática, ambas com-

- A lição 1, “**Fundamentos de Sistemas de Proteção**” (ver exemplo na Figura 9), adota uma abordagem instrucional teórica e utiliza as seguintes estratégias instrucionais, consideradas adequadas para o estilo *ativo*: leituras; interação com especialista; interação em experiências simuladas; discussões e atividades no AVA. Para atender o

estilo *sensitivo*, foram empregadas as estratégias de: leituras; apresentação de objetivos; cenários de treinamento em texto ou áudio; atividades práticas dirigidas; aplicação de conceitos. O percurso instrucional da lição oferece a oportunidade de o operador realizar a experiência de forma sequencial.

Módulo - Treinamento em Proteção UFGC - CHI

Lição 1: Fundamentos de Sistemas de Proteção

Apresentação: Esta lição apresenta sistemas elétricos e objetiva proporcionar treinamento teórico e prático de informações em relés digitais.

Objetivos de Aprendizagem: Aprender principais equipamentos envolvidos nas informações em relés digitais.

Critérios de Avaliação: Obtenção de aprendizagem e avaliação realizadas em fóruns, chat's, videoconferência e glossário.

Apresentação: Este módulo tem como objetivo apresentar sobre sistemas de proteção, em especial os digitais, envolvendo a leitura e interpretação destes equipamentos, bem como as ações de operação.

Objetivos de Aprendizagem: Conhecer o funcionamento e operação de relés digitais, as funções dos elementos da IHM e a segurança e eficiência destes equipamentos.

Critérios de Avaliação: A avaliação da aprendizagem será realizada a partir da realização de atividades em diversos formatos via ambiente virtual de aprendizagem.

Apresentação: Esta lição tem como objetivo capacitar o operador na configuração, leitura e interpretação de informações fornecidas por relés digitais envolvidas na proteção de sistemas de distribuição e transmissão.

Objetivos de Aprendizagem: Fornecer treinamento teórico e prático na leitura e interpretação das informações digitais em relés digitais, com vistas a ampliar o desempenho e precisão na operação de subestações elétricas.

Critérios de Avaliação: A avaliação da aprendizagem será realizada a partir da realização de atividades em diversos formatos via ambiente virtual de aprendizagem.

Avaliação Diagnóstica

- Tópico 1: Acervo Proteção
- Tópico 2: Acervo Proteção
- Tópico 3: Acervo Subestações
- Tópico 4: Acervo Proteção

Tópicos de Lição 2:

- Tópico 1: Conhecendo um Relé Digital
- Tópico 2: Leitura de Valores em Relé Digital
- Tópico 3: Interpretação de Valores após Ocorrência
- Tópico 4: Principais Comandos na IHM de Relés Digitais
- Tópico 5 - Treinamento em Relé de proteção ABB-REF 541
- Tópico 6: Atividade de aprendizagem - Palavras Cruzadas
- Tópico 7: Atividade de Aprendizagem - Cenários de Simulação
- Tópico 8: Avaliação da Aprendizagem Teórica - Banco de Questões

Figura 9: Ferramentas de interação na lição teórica e prática.

postas de nove tópicos e repositórios de arquivos de áudio e vídeo. As ferramentas de interação incluídas foram: *chat*; fórum; videoconferência e *wiki*, e são descritas a seguir.

- A lição 2, “**Leitura e Interpretação de Informações em Relés Digitais**”, também ilustrada na Figura 9, adota uma abordagem instrucional prática e utiliza estratégias instrucionais voltadas para o estilo *ativo* (interação durante situações reais ou virtuais, simulações, estudos de caso) e voltadas para 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 de o operador realizar a experiência de forma sequencial. Na Figura 10, é apresentada uma tela do simulador de relés digitais utilizado no treinamento e na avaliação prática.

Instanciação dos cenários de treinamento

O Quadro 13, a seguir, apresenta a estrutura genérica dos cenários de treinamento e avaliação

Quadro 13: Cenário de treinamento e avaliação em relés de proteção.

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 o registro dos dados da ocorrência e encerra reinicializando o relé.			
		<ul style="list-style-type: none"> 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 reinicializado; registros armazenados; retorna ao ambiente virtual. 	
		Pré-requisitos: <ul style="list-style-type: none"> Conhecimento para acesso ao ambiente virtual de aprendizagem e ao 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 aplicativo <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, reinicializar (<i>RESETAR</i>) o relé, retornar ao ambiente virtual e avisar ao instrutor, via mensagem de <i>chat</i>, confirmando o final de simulação. 			
		Nível de dificuldade:	Nível de urgência:	Nível de frequência:	Duração:
		Baixo	Alto	Diário	5 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 de execução do cenário:				
	<ul style="list-style-type: none"> Ambiente virtual de aprendizagem e do 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 <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 1 2 		<ul style="list-style-type: none"> O operador executará a simulação somente após receber a mensagem 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. 		<ul style="list-style-type: none"> (registrada durante o treinamento) 	

prática que foram instanciados para o simulador de ocorrência de proteções.



Figura 10: Simulador de relés digitais P442 (MiCOM Agile, 2011).

Esse treinamento é realizado no AVA, com a supervisão do instrutor, e é destinado aos operadores de uma subestação da empresa CHESF.

- **Cenário de treinamento prático:** esse cenário está descrito no Quadro 13. O operador inicia com o acesso ao ambiente virtual onde está descrito o cenário. Em seguida, inicializa o simulador; abre o aplicativo *notepad*; avisa o instrutor que iniciou o treinamento, via *chat*; assiste a uma videoaula e, finalmente, executa o cenário de treinamento prático. Nessa atividade, o operador segue as instruções apresentadas pelo simulador na realização da atividade de aprendizagem.
- **Cenário de avaliação prática:** nessa avaliação, o operador acessa o ambiente virtual para obter o quadro de descrição do cenário, inicializa o simulador, abre o aplicativo *notepad*, avisa o instrutor via *chat* e, por fim, executa o cenário de treinamento. Nessa atividade, o simulador **não** apresenta as orientações para realizar as atividades.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

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 experiências de aprendizagem, programas de capacitação e módulos de aprendizagem.

A metodologia *i-blended* foi concebida de forma independente de qualquer modalidade educa-

cional (presencial ou a distância). Ela objetiva a efetividade da instrução, definindo de maneira clara os objetivos, as estratégias e os recursos instrucionais mais adequados às condições instrucionais.

A partir dos roteiros elaborados para os treinamentos na empresa CHESF, este trabalho apresentou como mapear esses roteiros para ambientes de *e-learning*. Foi demonstrado o potencial da metodologia quando utilizada para gerar recomendações e modelos para a construção de módulos de aprendizagem, em um processo de filtragens sucessivas, adotando como critérios de filtragem: o estilo de aprendizagem; os requisitos da tarefa; as categorias de conteúdo e treinamento; e o ambiente onde a aprendizagem será executada.

Os modelos de módulos podem ser modificados de acordo com as necessidades do treinamento ou para satisfazer diferentes estilos de aprendizagem. As estratégias instrucionais também devem ser apresentadas em diversos formatos. A combinação de formatos heterogêneos de atividades e de recursos é necessária para que os diferentes estilos de aprendizagem levem a desempenhos equivalentes. Testes de desempenho e de aceitação ainda estão sendo realizados com operadores, visando validar os módulos construídos.

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

REFERÊNCIAS

- ANDERSON, L. W. *et al.* **A taxonomy for learning, teaching and assessing: a revision of Bloom's taxonomy of educational objectives.** Nova York: Addison Wesley Longman, 2013.
- BARBOSA, C. E. M. **Estudo de técnicas de filtragem híbrida em sistemas de recomendação de produtos.** Monografia. Centro de Informática, Ciência da Computação, UFPE. 2014.
- BERLINER, D. C.; ANGELL, D.; SHEARER, J. W. Behaviors, measures, and instruments for performance evaluation in simulated environments. SYMPOSIUM

- AND WORKSHOP ON THE QUANTIFICATION OF HUMAN PERFORMANCE. **Anais...** Albuquerque, Orlando, FL: Academic. 1964.
- BLOOM, B. S. *et al.* **Taxonomy of educational objectives – Handbook I – Cognitive domain.** New York: David McKay Company, Inc., 1956.
- BLOOM's taxonomy of learning domains: Disponível em: <www.nwlink.com/~donclark>. Acesso em: 23 jun. 2016.
- CHESF – Companhia Hidroelétrica do São Francisco. **Instrução Normativa de Operação NO11.** Recife, 2011a.
- CHESF – Companhia Hidroelétrica do São Francisco. **NO-OP.01.14 – Manual da Operação.** Recife, 2011b.
- CHESF – Companhia Hidroelétrica do São Francisco. **NO-OC.01.14 – Treinamento e certificação técnica de operadores de sistema, usina e subestação.** Recife, 2012.
- CLARK, R. C. Four architectures of instruction. **Performance Improvement**, v. 39, p. 31-38. 2000.
- CLARK, R. **Training aid for cognitive task analysis.** Technical report. Institute for Creative Technologies to the Center for Cognitive Technology, Los Angeles, CA: University of Southern California, 2006.
- COFFIELD, F. *et al.* **Learning styles and pedagogy in post-16 learning:** a systematic and critical review. Adelaide, Australia: National Center for Vocational Education Research (NCVER), 2009.
- DABBAGH, N.; BANNAN-RITLAND, B. **Online learning – concepts, strategies and application.** Upper Saddle River, NJ: Pearson/Prentice Hall, 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: 4 out. 2013.
- FERNEDA, E. **Recuperação de informação:** análise sobre a contribuição da Ciência da Computação para a Ciência da Informação. Tese (Doutorado em Ciências da Comunicação). Escola de Comunicação e Artes, USP. São Paulo, 2003.
- HARROW, A. J. **A taxonomy of the psychomotor domain.** New York: David McKay Co. 1972.
- MiCOM Agile P441, P442, P444. Numerical distance protection relays. Technical Manual. Fairfield, US-CT; Saint-Ouen, FR: GE/Alstom, 2011.
- NOY, N. F.; McGUINNESS, D. L. **Ontology Development 101:** a guide to creating your first ontology. Stanford, CA: Stanford Knowledge Systems Laboratory Technical Report KS, 2001.
- PROTÉGÉ: Disponível em: <<http://protege.stanford.edu/index.html>>. Acesso em: 23 jun. 2016.
- RASMUSSEN, J. Skills, rules, knowledge; signals, signs, symbols and other distinctions in performance models. **IEEE – Systems, Man, and Cybernetics Society**, v. 13, n. 3, 1983.
- ROSÁRIO, J. A. **Estilos de aprendizagem de alunos de engenharia Química e Engenharia de Alimentos da UFSC:** o caso da disciplina de Análise e Simulação de Processos. 102 fls. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química). Centro Tecnológico Programa de Pós-Graduação em Engenharia Química, UFSC. Florianópolis, 2006.
- SAGE – Sistema Aberto de Gerenciamento de Energia / CEPEL – Centro de Pesquisas de Energia Elétrica: <www.sage.cepel.br/>.
- SILVA NETTO, A. V. da; VIEIRA, M. F. Q.; DIAS, S. E. C. Estrutura de referência para elaboração de cenários de treinamento na operação de sistemas elétricos. In: IV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SISTEMAS ELÉTRICOS. **Anais...** Goiânia, 2012.
- SIMPSON, E. J. **The classification of educational objectives:** psychomotor domain. Urbana: University of Illinois, 1966. Disponível em: <<http://files.eric.ed.gov/fulltext/ED010368.pdf>>. Acesso em: 23 jun. 2016.
- SUNIL, L.; SAINI, D. K. **Design of a recommender system for web based learning.** Proceedings of the World Congress on Engineering. Vol. I, WCE 2013, London, U.K. 2013.
- TURNELL, M. F. Q. V. Accounting for human errors in a method for the conception of user interfaces. In: INTERNATIONAL MULTIDISCIPLINARY MODELING & SIMULATION MULTICONFERENCE. I3M/04. **Anais...** Génova, Italia, 28-30 Out. 2004. p. 122-130.
- VESIN, B. *et al.* Rule-based reasoning for altering pattern navigation in programming tutoring system. In: LEUNG, H. *et al.* (Eds.): **ICWL 2011.** Berlin, Germany: Springer-Verlag, Heidelberg, 2011. p. 154-163.
- WINCKLER, M. A. A.; PIMENTA, M. S. **Análise e modelagem de tarefas – Tutorial.** IHC2004, Curitiba, out. 2004. p. 17-20.

DADOS DOS AUTORES

Gerson Pesente Focking – Professor no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia, IFTO em Palmas – TO; doutorando em Engenharia Elétrica na Universidade Federal de Campina Grande. Graduado em Análise de Sistemas – Fundação Universidade do Tocantins (1998); mestrado em Ciência da Computação – Universidade Federal de Santa Catarina (2000); MBA em Gestão da Tecnologia da Informação – Faculdade Albert Einstein (2008). Tem experiência na área de Ciência da Computação, com ênfase em Engenharia de *Software*, UML, Interfaces Homem-Máquina, EaD e Usabilidade.



Maria de Fátima Queiroz Vieira – Professora Associada IV, no DEE-UFCG, onde atua desde 1977. Sua área de pesquisa é Engenharia da Computação voltada para Automação Industrial, tendo como foco o estudo do erro humano e o projeto de interfaces com o usuário. O principal contexto de aplicação de suas pesquisas vem sendo o setor elétrico. Sua formação em Engenharia Elétrica inclui PhD em Engenharia Elétrica no Reino Unido. Criou e coordena o Grupo de Pesquisa em Interfaces Homem-Máquina (GIHM) – CNPq, desde 1986, e, o Laboratório de Interfaces Homem-Máquina no DEE UFCG.



José Sérgio da Rocha Neto – Professor associado da Universidade Federal de Campina Grande, possui graduação, mestrado e doutorado em Engenharia Elétrica pela Universidade Federal da Paraíba (1978, 1982 e 1994, respectivamente). Tem experiência em Instrumentação Eletrônica, atuando na docência e pesquisa em: caracterização de sensor termo-resistivo, ligas de memória de forma, sensores inteligentes, redes de sensores/atuadores industriais, redes ASI, rede CAN, sistemas embarcados.