

Design Instrucional e seu acompanhamento em tempo de execução utilizando Rede de Atividades

Isabel Dillmann Nunes, Ulrich Schiel

Departamento de Sistemas e Computação – Universidade Federal de Campina Grande
Caixa Postal 10.106 – 58.429-900 – Campina Grande – PB – Brasil

inunes@copin.ufcg.edu.br, ulrich@computação.ufcg.edu.br

Abstract. *Instructional Design defines the delivery sequence of learning objects to students. However, the runtime monitoring of students' activities is still a difficult procedure. The aim of this paper is to propose the use of Activity Net (AN) as a tool for authoring and monitoring the carrying out of Instructional Design. As it is a notation based on the formalism of Petri Nets, in addition to its use, we also propose an extension of the AN, as a means of monitoring a group of students in runtime performance as well as of enabling the identification of delay or complex points, of non-relevant activities and/or activities of difficult continuity.*

Resumo. *O Design Instrucional define a sequência de entrega de Objetos de Aprendizagem aos alunos. Porém, o acompanhamento das atividades dos estudantes em tempo de execução ainda é uma atividade de difícil realização. O objetivo deste trabalho é apresentar a proposta de utilização de Rede de Atividades (RA) como ferramenta de autoria e acompanhamento da execução do Design Instrucional. Por se tratar de uma notação baseada no formalismo de Redes de Petri, além de sua utilização, é proposta uma extensão da RA para acompanhar um grupo de alunos em tempo real de execução e possibilitar a identificação de pontos de atraso ou complexos, atividades não relevantes ou/e de difícil continuidade.*

1. Introdução

A Tecnologia da Informação trouxe novas possibilidades para a Educação a Distância, por exemplo, através dos Objetos de Aprendizagem (OA) que proporcionam maior interatividade e capacidades adaptativas, permitindo que o aprendiz desenvolva melhor suas características cognitivas e seja avaliado quanto ao seu progresso [Vahldick e Kanul, 2010].

A linha de trabalho onde o perfil do aluno é levado em consideração traz a necessidade de pensarmos também em como deve ser o Design Instrucional (DI) que rege a sequência de entrega de tais Objetos de Aprendizagem aos aprendizes. Os alunos não somente interagem com os OA's, mas também com a ordem com que são estudados.

Segundo Filatro (2008), “design instrucional é definido como a ação intencional e sistemática de ensino que envolve o planejamento, o desenvolvimento e a aplicação de métodos, técnicas, atividades, materiais, eventos e produtos educacionais em situações

didáticas específicas, a fim de promover, a partir de princípios de aprendizagem e instrução conhecidos, a aprendizagem humana.”

Um DI deve ser realizado com muito cuidado pelos responsáveis envolvidos. Apesar do atual processo de *e-learning* considerar que deve ser levado em consideração o perfil do aluno, com o objetivo de personalizar o processo de aprendizagem, sistemas conhecidos e utilizados hoje em dia, como Blackboard [Blackboard, 2010], WebCT [WebCT, 2010] e Moodle [Moodle, 2010], não se mostram satisfatórios [Dorça et al, 2011].

Desta forma, considerando que o aprendizado ocorre de forma dinâmica e dependente do perfil de cada aprendiz, se faz necessário uma forma de planejar e acompanhar as atividades de ensino para que o Design Instrucional seja baseado em possibilidades flexíveis. Através do acompanhamento real de situações individuais de aprendizado ou de grupos de alunos como um todo, é possível identificar:

- Situações indesejadas de entrega de objetos de aprendizagem;
- Gargalos de atividades mal estruturadas;
- Sequências de atividades que geram atrasos desnecessários;
- Atividades que não precisam ser consideradas como relevantes dentro do contexto planejado.

As formas de avaliação do processo de execução do DI ainda é realizada por observação, testes ou pedidos de feedback constantes [Filatro e Piconez, 2007]. Tais formas de avaliação são dispendiosas por necessitar de uma atividade extra dos aprendizes, que precisam responder questionários, inserir informações em *chats* ou ainda postar depoimentos de suas atividades.

O *Instructional Management System (IMS) Learning Design*, padrão de Design Instrucional internacionalmente reconhecido, fornece um conjunto de elementos que proporcionam a descrição formal do processo de aprendizagem, independente da abordagem pedagógica adotada [Silva, 2008]. Contém três níveis de implementação: nível A – base pedagógica; nível B – adiciona ao nível A propriedades, condições e elementos globais; nível C – acrescenta um suporte ao fluxo de aprendizagem.

Alguns trabalhos consideram a utilização de *Workflow* como modelo para definição da sequência de atividades de aprendizagem, tais como Steinmetz et al (2008) e Vantroys and Peter (2003). O trabalho de Vantroys and Peter (2003) apresenta a ferramenta COW, um sistema de *workflow* flexível que permite definir e dividir atividades de um módulo pedagógico. Já o trabalho de Steinmetz et al (2008) permite que o próprio aluno defina suas atividades em um Plano de Estudos a partir do que foi definido pelo professor no Plano de Aula.

Apesar da padronização oferecida pelo *IMS Learning Design* e das ferramentas de autoria e geração de cursos, tais como *workflow*, não é oferecido o acompanhamento em tempo de execução das atividades do aluno, sendo necessário, então, outra ferramenta que faça essa tarefa.

A proposta deste artigo é utilizar uma extensão das Redes de Atividades (RA) [Farias, 2008] como ferramenta de autoria e de acompanhamento em tempo de execução

de Designs Instrucionais associado ao projeto POETA [Sistêlos et al, 1998]. Rede de Atividades é um formalismo de modelagem de atividades de gerência de projetos, baseado em Redes de Petri, que permite a construção e simulação da evolução de atividades necessárias para realizar um objetivo pré-determinado. São identificadas semelhanças entre o processo de gerência de projetos e o processo de aprendizado, e assim as Redes de Atividades são adaptadas ao Design Instrucional.

O artigo está organizado da seguinte forma: a seção 2 faz uma revisão sobre a definição do Design Instrucional, mostrando o principal conceito e o processo de construção; os conceitos sobre Rede de Atividades e sua aplicação inicial são descritos na seção 3; a seção 4 mostra a extensão de Rede de Atividades e sua aplicação para a construção do Design Instrucional; por fim as conclusões e trabalhos futuros são apresentados na seção 5.

2. Design Instrucional

Um Design Instrucional efetivo deve reconhecer diferentes formas de aprendizagem, adaptando-se ao histórico dos alunos e das disciplinas. Assim, Design Instrucional é a disciplina que está interessada no processo de instrução, aumentando as perspectivas para o aprendizado [Siemens, 2005].

O processo de construção do Design Instrucional é frequentemente referenciado como o modelo ADDIE, porque inclui análise, design, desenvolvimento, implementação e avaliação [Noe, 2009; Molenda, 2003]. A Figura 1 mostra os passos do processo que podem ser feitos sequencialmente, ou caso seja necessário, pode ser aplicado uma metodologia incremental e iterativa.

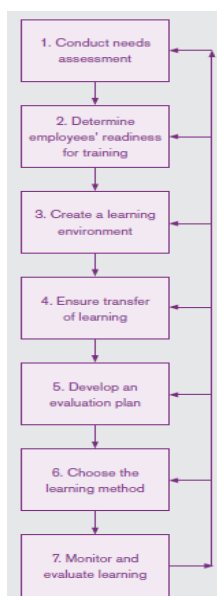


Figura 1. Modelo ADDIE [Noe, 2009]

O processo ADDIE começa com a avaliação para determinar as necessidades de aprendizagem, para depois verificar se os aprendizes possuem as habilidades para receber o aprendizado. Após a obtenção dessas informações começa a construção do ambiente de aprendizagem seguido da verificação se os aprendizes estão recebendo o aprendizado. A obtenção de informações para avaliação do ambiente é o passo seguinte,

para escolher o melhor método de aprendizagem e continuar a avaliar e monitorar o aprendizado. Esse processo, através da sua monitoração, pode ser constantemente alterado conforme as necessidades percebidas.







O processo para construção do DI considera também as Teorias de Aprendizagem mais tradicionais como cognitivista, construtivista, behaviorista e principalmente as teorias que regem os ambientes virtuais de educação, como conectivismo e *Social Learning*.


3. Rede de Atividades

A Rede de Atividades – RA é um modelo gráfico usado para planejar e acompanhar o processo de desenvolvimento de um projeto. Ela é uma rede com notação mais expressiva do que Redes de Petri convencionais, pois contém elementos de representação de atividades compostas, eventos e repositório de artefatos, além de cada atividade possuir atributos de custo e tempo [Farias, 2008].

Torres (1996) definiu os elementos básicos de uma Rede de Atividades: artefato, transição, evento, atividades simples, atividades compostas e ainda regras que determinam a ligação entre esses elementos. Além disso, definiu e descreveu um algoritmo simples para converter RA para Redes de Petri do tipo Condição-Evento.

Os elementos gráficos definidos foram:

	Atividade básica – uma marca no círculo interno indica que a atividade está sendo realizada; uma marca no círculo externo indica uma atividade encerrada, habilitando transições para outras atividades que dependem dela. Um elemento sem marca indica que a atividade está desabilitada.
	Atividade composta – é uma atividade realizada por uma subrede associada a ela. Uma marca no círculo interno indica que a atividade pode ser iniciada. Uma marca no círculo intermediário indica que a subrede está sendo executada e uma marca no círculo externo indica que a sub-rede encerrou suas atividades.
	Artefato – repositório que armazena os artefatos produzidos pelas atividades e que podem ser utilizados pelas atividades posteriores.
	Transição – é a transição entre as atividades (ou sub-redes) encerradas e as atividades posteriores.
	Estabelece ligações entre atividades, eventos, artefatos e transições.
	É uma marca da rede. Determina o estado da atividade, em execução, encerrada ou desativada.

	Evento – permite modelar as condições necessárias para o acionamento de uma transição.
---	--

O exemplo da Figura 2 mostra uma RA para uma parte de um processo de desenvolvimento de software. Neste caso, a atividade **Projetar** possui duas transições de saída, configurando atividades alternativas, ou seja, as atividades **Implementar em Java** e **Implementar em PHP** são duas alternativas diferentes para implementar um determinado módulo e chegar até a atividade **Testar**.

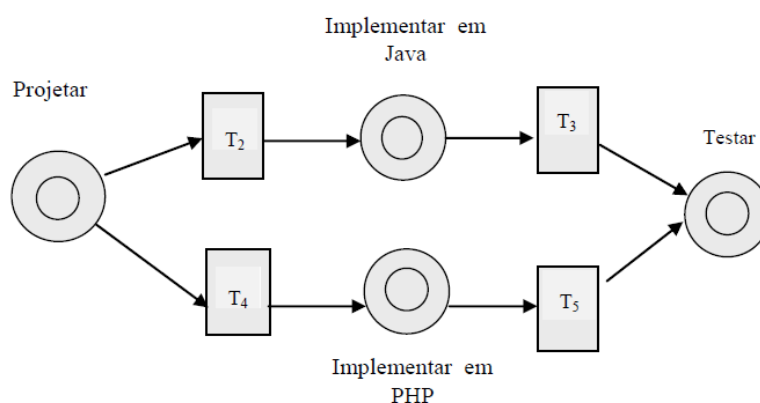


Figura 2. Rede de atividades para processo de desenvolvimento de software [Farias, 2008]

Vale ressaltar que com uma Rede de Atividades é possível modelar dependências sequenciais, paralelismos e execuções alternativas de um projeto que levam ao objetivo previsto.

O formalismo utilizado pelas Redes de Atividades permite também associar tempos e custos (previsto e real) a cada atividade. Para um projeto, estes dados permitem, a qualquer instante do desenvolvimento, o cálculo de tempo e custo já gasto e quanto ainda falta, possibilitando prever pontos de atraso.

4. Extensão e Aplicação de Rede de Atividades para a construção de Design Instrucional

O Design Instrucional é a sequência de atividades de aprendizagem que os alunos seguem para alcançar os objetivos de um curso ou disciplina. O fluxo de informações, os meios de navegação e a consulta fornecida aos alunos são responsabilidade do DI. O design pode seguir estruturas diferentes: simplesmente linear ou sequencial, hierárquica, em mapa ou rede e rizomática [Filatro, 2008].

Independente da estrutura ou abordagem pedagógica adotada, podemos utilizar a Rede de Atividades como instrumento de autoria para o DI, pois permite fluxos paralelos e concorrentes e contém os elementos necessários para tal: atividade (simples e composta), eventos (critérios de ativação de uma atividade) e artefatos. Outro fator de extrema importância é a base de RA ser Redes de Petri, permitindo análises comportamentais como alcançabilidade, limitação, vivacidade, segurança, reversibilidade, abrangência, persistência e *fairness*. Além disso análises estruturais, tais

como limitação, conservação e consistência também podem ser realizadas [Pádua et al, 2002].

Assim como em uma RA de projeto, para alcançar os objetivos de um DI existem atividades seqüenciais, outras podem ser independentes entre si (paralelas) e também pode ser possível prever diversos caminhos diferentes que o aluno pode escolher para alcançar o seu aprendizado.

O Design Instrucional utiliza a marca de uma RA como apontador da atividade que um aluno está executando e quais as atividades que serão posteriormente ativadas. Desta forma, é possível realizar o acompanhamento da execução de um Design Instrucional por um aluno (Figura 3).

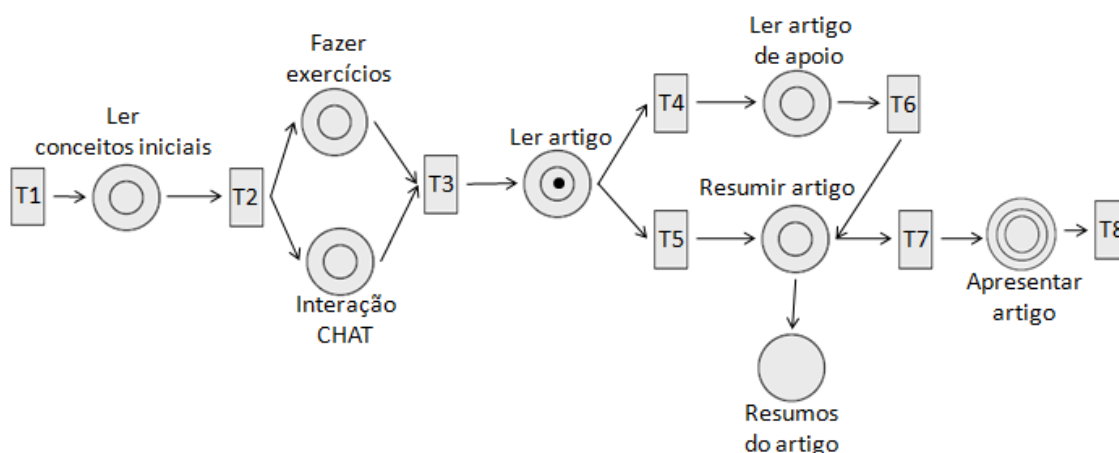


Figura 3. Rede de Atividades para um Design Instrucional. Destaque para a marca do aluno que mostra que a atividade “Ler artigo” está sendo executada.

A Figura 3 mostra o DI planejado e sendo executado por um aluno. A atividade **Ler artigo** contém uma marca que representa o aluno executando a tarefa. Além disso, podemos observar atividades paralelas de aprendizagem como entre **Fazer exercícios** e **Interação CHAT**. Após ler o artigo o aluno pode produzir o respectivo resumo ou, se achar necessário, ler mais um artigo de apoio antes disso. Uma atividade composta também está presente na figura em **Apresentar artigo**. É necessário, neste caso, construir uma sub-rede explicitando quais as atividades básicas para que o aluno apresente o artigo, como por exemplo, **Preparar a Apresentação, Reuniões com o Professor e Apresentar Artigo**.

A execução do Design Instrucional pelo aprendiz produz informações relevantes que devem ser consideradas para a sua atualização e a produção de novos DI's. Informações tais como o tempo dedicado a cada atividade, o caminho percorrido e as atividades consideradas mais complexas. A partir desses dados é possível dividir atividades complexas em sub-redes que permitem um acompanhamento melhor do aprendiz e a indicação da melhor direção para o seu aprendizado, dividir também atividades que são consideradas muito demoradas e assim tediosas e desmotivadoras em atividades menores e mais ágeis, definir e propor caminhos alternativos que sejam mais adequados a um determinado perfil de aluno.

Porém, tais situações somente seriam conhecidas após a execução real de um curso ou disciplina e caso sejam relatadas pelos alunos ao professor ou ao administrador

do ambiente educacional. Obter tais informações durante a execução de um DI traria inúmeros benefícios, tanto para o professor/tutor como também para o aprendiz, por identificar situações que poderiam acontecer e que não estavam previstas.

A autoria de Designs Instrucionais utilizando Redes de Atividades permite projetar e acompanhar situações de execuções reais de cursos e disciplinas. O acompanhamento é possível devido à base formal de Redes de Petri vinculada à Rede de Atividades. Estas execuções reais podem ser armazenadas em um histórico de execução do DI servindo de base para análises posteriores (*Learning Analytics*).

Redes de Petri são, principalmente, utilizadas para modelar situações difíceis de modelar por outros formalismos, tais como concorrência, paralelismo, sincronização entre processos e disputa por recursos [Murata, 1989]. Além disso, as Redes de Petri também oferecem três tipos de ferramentas de análise do sistema modelado: verificação, validação e desempenho [Van der Aalst, 1998]. Considerando a ferramenta de avaliação do desempenho é que podemos acompanhar as situações especificadas pelo Design Instrucional e o comportamento dos aprendizes.

4.1. Extensão de Rede de Atividades aplicada à construção de Design Instrucional

Além do acompanhamento do comportamento de um aluno, também podemos considerar o comportamento de uma turma como um todo, onde cada marca na RA corresponde a um aluno. Por isso é necessário utilizar uma Rede de Atividades de Alto Nível.

Uma Rede de Atividades de Alto Nível, a qual corresponde a Rede de Petri de Alto Nível (p.ex. Rede Predicado/Transição), possibilita que haja várias marcas individualizadas e as transições possam conter condições de transição. A Figura 4 mostra o exemplo anterior com atividades diferentes sendo realizadas por alunos diferentes (letras identificadoras). O exemplo mostra que o aluno “a” está realizando exercícios, enquanto o aluno “b” está lendo o artigo e os alunos “c” e “d” já terminaram de ler o artigo e agora estão aptos a resumi-lo ou, caso seja necessário, ler um artigo de apoio, como é o caso do aluno “e”.

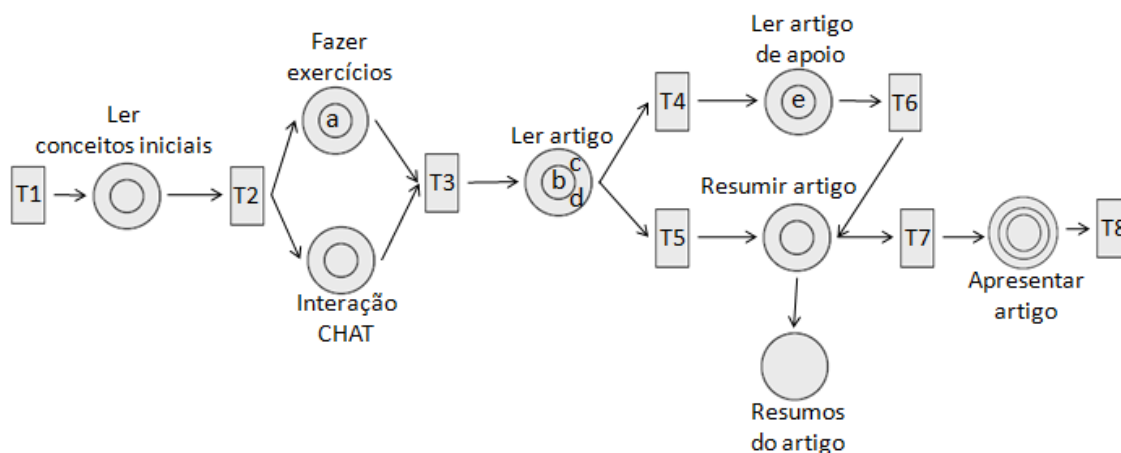


Figura 4. Comportamento de vários alunos em um Design Instrucional. Alunos em atividades diferentes, em tempos diferentes: de execução (alunos “a”, “b” e “e”) e de encerramento (alunos “c” e “d”).

O acompanhamento de um grupo de alunos em uma RA permite:

- Identificar situações do DI que atrasem o andamento do curso;
- Prever reações do curso para alunos atrasados em relação à turma;
- Prever pontos necessários de discussão entre os alunos e o professor.

Em uma rede de alto nível as transições podem conter condições inscritas chamadas de Guardas de Transição. No nosso exemplo, a transição T7 poderia conter uma Guarda de Transição garantindo que só ficará habilitada se todos tiverem resumido seus artigos. Para este caso, uma função $in()$ determinaria todas as marcas de entrada e teríamos a Guarda de Transição $in(0)=\{“a”, “b”, “c”, “d”\}$ inscrita em T7.

Além das Guardas de Transição, podemos associar tempos para a realização de cada atividade da Rede de Atividades. Esse fator é de suma importância para realização de cursos à distância, permitindo realizar um controle do cronograma do curso. Cada atividade realizada por um aluno é então registrada com seu tempo real, possibilitando controlar os tempos de cada aluno (e do grupo de aprendizes como um todo) e controle de atrasos realizados.

5. Conclusão

O Design Instrucional é um elemento de grande relevância na construção de cursos à distância, principalmente considerando a ausência do contato presencial entre professor e aprendizes. Um planejamento bem feito, com a distribuição de atividades e interações bem realizadas, faz com que o andamento do curso seja melhor aproveitado pelos alunos.

A utilização de Rede de Atividades para a construção do DI permite a utilização de uma notação gráfica e de fácil assimilação, prevendo atividades compostas que devem ser divididas em uma sub-rede, criação de artefatos e sua utilização em outras atividades e controle de atividades por eventos que são modelados.

Além disso, o formalismo utilizado pelas Redes de Atividades, as Redes de Petri, permite a realização do acompanhamento de execução do Design Instrucional com a visualização do comportamento de um aluno ou da turma como um todo. O acompanhamento mostra situações que poderiam não ser percebidas no momento da construção do DI, fazendo com que futuramente sejam realizadas melhorias.

A Rede de Atividades Expandida foi adaptada permitindo criar um modelo para o acompanhamento de uma turma como um todo, identificando pontos problemáticos de execução do Design Instrucional coletivo.

O histórico de DI já executados será um subsídio importante na criação do perfil de cada aprendiz e também possibilitará a realização de melhorias na RA da disciplina, para execuções futuras.

O acompanhamento do Design Instrucional durante sua execução permite que várias situações sejam identificadas, porém, como acontece em situações presenciais, muitas vezes o professor, e até mesmo os alunos, contribuem com novos conteúdos ou atividades, realizam novas avaliações e até mesmo modificam o método de ensino.

Desta forma, pretendemos tornar a Rede de Atividades Expandida de um Design Instrucional em uma rede dinâmica, onde seja possível inserir novas atividades durante a execução de um curso. Esses pontos poderiam ser planejados antecipadamente pelo professor/tutor ou mesmo seria permitido modificar a rede em qualquer ponto desejado. O objetivo é tornar o Design Instrucional e o curso oferecido aos aprendizes o mais perto de um ensino presencial, tornando a construção do conhecimento não somente o recebimento de atividades previstas e já planejadas, mas também colaborativo, podendo-se alterar e inserir novos caminhos e Objetos de Aprendizagem para se adequar ao perfil dos alunos.

A aplicação de DI e seu acompanhamento em tempo de execução permite também extrair informações com o intuito de identificar padrões de utilização e assim propor melhorias para o processo educacional.

A utilização de sistemas de apoio a decisão como o MIDAS-POETA [Lopes e Schiel, 2003], que se propõe em prover meios para obtenção de padrões que caracterizam o comportamento dos alunos e de técnicas como o *Learning Analytics* [Elias, 2011], o qual permite extrair informações como número de acessos a conteúdos por aluno, tempo de acesso, número de aprovados e reprovados entre outros, são futuras pretensões deste trabalho.

Referências

- Blackbord (2010). <http://www.blackbord.com/>, 2010.
- Farias, C. B. A. (2008). “Uma extensão de Rede de Petri para Modelagem de Processos e Controle de Projetos”. Tese de Doutorado. Orientador: Ulrich Schiel. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica da Universidade Federal de Campina Grande. 281 páginas.
- Elias, T. (2011). “Learning Analytics: Definitions, Processes and Potential”. Disponível em: [http:// learninganalytics.net/LearningAnalyticsDefinitionsProcessesPotential.pdf](http://learninganalytics.net/LearningAnalyticsDefinitionsProcessesPotential.pdf). January, 2011.
- Filatro A. e Piconez, S. C. B. (2007). “Design Instrucional Contextualizado”. Curso: Planejamento, design, implementação e avaliação de programas de educação on-line. Escola de Governo da Paraíba e Escola de Saúde Pública do Paraná. Disponível em: http://www.repositorio.seap.pr.gov.br/arquivos/File/material_didatico_EaD/andrea_filatro_apostila.pdf.
- Filatro, A. (2008). “Design Instrucional na Prática”. Person Education do Brasil. ISSN: 978-85-7605-188-6. 173 páginas.
- Dorça, F. A.; Lima, L. V.; Fernandes, M. A. e Lopes, C. R. (2011). “Detecção e Correção Automática de Estilos de Aprendizagem em Sistemas Adaptativos para Educação”. RITA, Volume 18, Número 2.
- Lopes, C. C. e Schiel, U. (2003). “Midas-Poeta – Um Sistema de Apoio à Tomada de Decisão Pedagógica para o Ambiente Portfólio-Tutor”. XIV SBIE – Simpósio Brasileiro de Informática na Educação, NCE/UFRJ.
- Molenda, M. (2003). “In search of the elusive ADDIE model”. Performance Improvement, pp. 34-36.

- Moodle (2010). <http://www.moodle.org/>, 2010.
- Murata, T. (1989). "Petri Nets: Properties, Analysis and Applications". Proceedings of the IEEE, 77(4): 541-580. April, 1989.
- Noe, R. A. (2009). "Learning System Design: a guide to creating effective learning initiatives". SHRM Foundation. 55 p.
- Pádua, S. I. D. de; Silva, A. R. Y da e Inamasu, R. Y. (2002). "Redes de Petri aplicadas aos Sistemas de Gerenciamento de Workflow". XXII Encontro Nacional de Engenharia de Produção. Curitiba – PR. 23 a 25 de outubro de 2002.
- Siemens, G. (2005). "Learning Development Cycle: Briding Learning Design and Modern Knowledge Needs".
- Silva, L. A. M. (2008). "Sobre a Criação de Unidades de Aprendizagem do Padrão IMS Learning Design: um estudo prático". V ESUD.
- Sistêlos, A. J. C. M.; Schiel, U. e Dominguez, A. H. (1998). "Um Sistema de Apoio ao Método de Avaliação Autêntica : Projeto POETA (Portfólio Eletrônico Temporal e Ativo)". Anais do XI SBIE - Simpósio Brasileiro de Informática na Educação, Fortaleza (novembro, 1998)
- Steinmetz, E.; Nóbrega, G e Lima, F. (2008). "Concepção de um ambiente baseado em *Workflow* Flexível para apoio ao auto-planejamento discente". XIX Simpósio Brasileiro de Informática na Educação (SBIE 2008).
- TENCompetence (2010). "Learning Activities and Units of Learning. Compilation of internal deliverable outcomes ID6.6 – 6.12". Project Deliverable Report. Contributors: Griffiths, D.; Hernandez, D.; Perez, M.; Santos, P.; Lloubet, L.; Melero, J.; Cherian, R.; Dicerto, M.; Sharples, P.; Beauvoir, P.; Wilson, S.; Popat, K.; Miao, Y.; Stefanov, K. University of Bolton, OUNL, SU, FBM-UPF, Giunti. 2010.
- Torres, J. B. (1996). "Uma ferramenta de Gerência de Projeto - GEPRO". Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação. Universidade Federal da Paraíba. Campina Grande – PB.
- Vahldick, A e Kanul, J. C. (2010). "Ferramenta Web para Gerenciamento da produção de Objetos de Aprendizagem". In: Simpósio Brasileiro de Informática na Educação 2010.
- Van der Aalst, W. M. P. (1998). "The application of Petri nets to workflow management". J. Circuits Syst. Comput., vol. 8, n° 1, pp 21-66.
- Vantroys, T. and Peter, Y. (2003). "COW, a Flexible Platform for the Enactment of Learning Scenarios". Lecture Notes in Computer Science. 2003.
- WebCT (2010). <http://www.webct.com/>, 2010.