



Um sistema de assistência reflexiva para auto avaliação de desempenho profissional na área de desenvolvimento de software

Diego Dias Rodrigues – UNIP – diego@unip.br

Edilson Ferneda – MGCTI-UCB - eferneda@pos.ucb.br

Fábio Bianchi Campos – Senado Brasileiro / MGCTI-UCB - fbianchi@senado.gov.br

Resumo. Alguns dos desafios enfrentados por profissionais das mais diversas áreas de atuação são a dificuldade na organização de atividades relacionadas à educação continuada e a necessidade de se acompanhar as metodologias emergentes. Por outro lado, as organizações buscam colaboradores capacitados para encontrarem no menor tempo possível as soluções mais adequadas para seus desafios e problemas, e que tenham uma visão realista sobre suas habilidades profissionais. Nesse contexto, este trabalho propõe um sistema de assistência que apoie o processo de gestão da educação continuada e do desempenho do profissional de desenvolvimento de software.

Palavras-chave: Educação continuada. Metacognição. Reflexão na ação.

Abstract. Some of the challenges faced by professionals from different areas of expertise are the difficulty in organizing activities related to lifelong learning and the need to be updated with the emerging methodologies. In the other hand, the organizations are constantly searching for trained collaborators to find in the shortest time the most appropriate solutions for their challenges and problems. Moreover, these collaborators shall exhibit a realistic understanding of their professional skills. In this context, this work proposes an assistant system to support the lifelong learning of the professional, improving the process of learning management and performance of this professional.

Keywords: Lifelong learning. Metacognition. Reflexive Action.

1. Introdução

A necessidade de permanente atualização no mercado de trabalho faz com que profissionais assumam a responsabilidade de sua própria formação. É nesse contexto que surge o conceito de Educação Continuada (EC), segundo o qual o aperfeiçoamento que se faz ao longo de sua vida.

Atualmente, as soluções oferecidas nesse sentido dizem respeito a avaliações externas e não possibilidades do profissional monitorar constantemente seu desempenho. Dentre as propostas de sistemas computacionais para avaliações metacognitivas destaca-se a de Pimentel (2006), relativa a um ambiente para avaliação contínua e acompanhamento da aprendizagem, que inclui um módulo de avaliação que monitora os perfis cognitivo e metacognitivo do aprendiz. No contexto da EC, destaca-se o EVIDII (*Environment for Visualizing Differences of Individual Impressions*)

(Nakakoji et al, 2000), ferramenta interativa que se propõe a agrupar diferentes respostas e estimular a discussão das experiências, provocando assim uma reflexão na atividade executada.

Neste trabalho, é apresentado um sistema baseado em um modelo de assistente reflexivo voltado para o ambiente de trabalho. As seções 2 e 3 tratam, respectivamente, dos conceitos de agente reflexivo e de *Personal Software Process*, que constituem a base deste trabalho. Nas seções seguintes são apresentados, respectivamente, o modelo proposto e o sistema para um sistema de auto-monitoramento das capacidades metacognitivas no âmbito profissional da engenharia de software.

2. Embasamento teórico

2.1 Agente reflexivo

Práticas reflexivas são aquelas em que seu executor assume também o papel de observador durante ou posteriormente a uma determinada ação. O termo reflexão na ação é amplamente citado na pedagogia, principalmente no que diz respeito a professores reflexivos.

Entre os conceitos envolvidos na reflexão-na-ação está o de metacognição, que é o conhecimento sobre o próprio conhecimento, ou a capacidade de se monitorar e regular os próprios processos cognitivos (Flavell, 1979). Nesse sentido, Gama (2004) propõe um modelo de assistente reflexivo (RA - *Reflection Assistant*) onde são propostas ao estudante algumas atividades de reflexão sobre o seu próprio processo de aprendizagem e sobre sua habilidade de monitorar o seu próprio conhecimento como mecanismo de promover suas habilidades metacognitivas. O RA incorpora ainda (i) um mecanismo de monitoramento do conhecimento que infere a habilidade metacognitiva do estudante e, parcialmente, (ii) um modelo hierárquico de metacognição.

A habilidade de se prever se a executar uma tarefa de aprendizagem reflete a consciência do próprio conhecimento é dada pelo índice *Knowledge Monitoring Accuracy* - KMA (Tobias e Everson, 2002).

$$KMA = \frac{(a+d)-(b+c)}{(a+b+c+d)}$$

onde a é o número de vezes que o indivíduo disse que teria sucesso e realmente o teve, b é o número de vezes que disse que falharia e resolveu, c é o número de vezes que disse que resolveria e falhou e d é o número de vezes que disse que falharia e falhou. A escala das pontuações possíveis é $[-1,1]$, onde -1 significa precisão muito baixa de acompanhamento do conhecimento, e 1 significa uma precisão absoluta. Gama (2004) propõe que se atribua também valores para resolução parcial dos problemas, conforme apresentados na Tabela 1. Em função disso, o KMA obtido é classificado qualitativamente nas categorias baixo, médio e alto, de acordo, por exemplo, com a Tabela 2. Para descrever o padrão, ou desvio, na capacidade de monitoramento de conhecimento do aprendiz, Gama (2004) propõe o *Knowledge Monitoring Bias* – KMB, que considera a precisão na auto-avaliação. Se não houver desvio, pode-se dizer que há precisão. As pontuações KMB são dependentes das pontuações KMA. Assim, os possíveis valores do KMB também estão entre -1 e 1 , incluindo agora os valores intermediários -0.5 , 0 e 0.5 , conforme mostrado na Tabela 1.

Tabela 1: Valores KMA propostos por Gama (2004)

Performance \ Predição	Não resolve		Resolve parcialmente		Resolve	
	KMA	KMB	KMA	KMB	KMA	KMB
Incorreto	1	0	-0.5	0.5	-1	1
Parcialmente correto	-0.5	-0.5	1	0	-0.5	0.5
Correto	-1	-1	-0.5	-0.5	1	0

Tabela 2 Classificação qualitativa do KMA proposta por Gama (2004)

Valor do KMA	Classificação	Interpretação
[-1, -0.25]	Baixo KMA	Estudante não estimou corretamente seu conhecimento na maioria das situações.
[-0.25, 0.5]	Médio KMA	O estudante, por vezes, estimou corretamente, mas pouco freqüentes foram as estimativas parcialmente erradas ou completamente erradas.
[0.5, 1]	Alto KMA	O estudante estimou corretamente seus conhecimentos na maioria das vezes.

Tabela 3: Classificação qualitativa dos valores KMB (GAMA, 2004)

Valor KMB	Classificação	Interpretação
0	Realista	O aprendiz faz uma estimativa exata de seu conhecimento, tendo uma alta KMA.
[0.25, 1]	Otimista	O aprendiz tende a estimar que pode resolver os problemas, mas ele não consegue, na maioria das situações.
[-1, -0.25]	Pessimista	O aprendiz tende a estimativa de que não pode resolver os problemas, mas ele consegue.
[-0.25, 0.25]	Randômico	As estimativas do aprendiz variam frequentemente entre otimistas e pessimistas.

As pontuações KMA e KMB têm significados diferentes. Estimativas precisas recebem a pontuação nula (0), enquanto o valor 1 é atribuído à estimativa mais otimista e o valor -1 é atribuído à estimativa mais pessimista; -0,5 é atribuído a uma estimativa de pessimismos moderado e 0,5 a uma estimativa de otimismo moderado.

Foi definida uma representação qualitativa do KMB conforme mostrado na Tabela 3. Alguém com KMA alto é classificado como realista, o que significa que não há nenhum desvio na avaliação de seu conhecimento. No entanto, se ele obteve KMA médio ou baixo, há algum tipo de desvio em sua avaliação e um valor KMB é calculado. Nestes casos, o valor KMB corresponde ao intervalo relativo aos valores do KMA. Assim, alguém com um KMA baixo e, por exemplo, com KMB = -0,7, é pessimista em relação a seu próprio conhecimento, pois apesar de se considerar incapaz de resolver os problemas, na realidade ele consegue fazê-lo completa ou parcialmente.

2.2 PSP e People CMM

O *Personal Software Process* (PSP), proposto pelo *Software Engineering Institute* (SEI), tem por objetivo melhorar o desempenho individual dos desenvolvedores de software na sua capacidade de planejamento, acompanhamento e controle da qualidade dos resultados de suas atividades (Humphrey, 1996). O PSP busca particularmente a melhoria na estimativa de prazos e no acompanhamento do aprendizado do profissional. Pelo modelo PSP, existem quatro níveis de maturidade no processo de software.

No nível 0 (*Processo de linha básica individual*), são registrados os processos utilizados por cada membro de uma equipe de desenvolvimento. Neste nível, são captadas informações relativas ao processo corrente, aos tempos de execução de tarefas,

aos defeitos verificados e seus tipos, constituindo uma *baseline* sobre a qual será implantada a melhoria contínua de cada desenvolvedor. Além disso, identificam-se padrões pessoais de codificação, mensuração de esforço (quantidade de linhas de código, por exemplo), e propostas de melhorias do processo.

A definição das atividades que deverão ser realizadas para a melhoria do desempenho pessoal é feita no nível 1 (*Processo de planejamento individual*), onde se estima tempo e recursos necessários. São acrescentadas práticas de planejamento ao nível 0 e busca-se uma melhor compreensão do esforço a ser despendido para a realização de suas tarefas, de forma a garantir sua impecabilidade no cumprimento de compromissos assumidos.

No nível 2 (*Gerenciamento individual de qualidade*), é avaliada a qualidade do software produzido. Com os dados recolhidos, o engenheiro de software pode estabelecer *checklists* de revisão e fazer sua própria avaliação da qualidade do processo.

No nível 3 (*Processo cíclico individual*), é utilizado o modelo proposto por Boehm (1988), ou Modelo Espiral, onde se criam protótipos de cada uma dessas fases de desenvolvimento. Introduce-se o conceito iterativo do desenvolvimento: o programa é subdividido em módulos que possam ser tratados convenientemente com o ferramental apresentado nos níveis inferiores do modelo.

O CMM (*Capability Maturity Model*), também proposto pelo SEI, é um conjunto de melhores práticas para avaliação de maturidade do desenvolvimento de softwares nas organizações (Josko e Cortês, 2005). A partir do CMM diversos outros modelos foram criados, dentre eles o People CMM, voltado para gestão de pessoas, onde várias boas práticas são propostas, dentre as quais se destacam aquelas relacionadas aos níveis de maturidade.

3. O modelo proposto

A adaptação do modelo de assistente reflexivo aqui apresentada consiste em integrar o modelo de RA proposto por Gama (2004), que se caracteriza pela presença de um modelo de acompanhamento de habilidades metacognitivas, com as boas práticas de avaliação individual propostas pelo PSP (Humphrey, 1996), que propõe mecanismos para o planejamento e comprometimento pessoal com a qualidade do software produzido, pois, para ele, um processo bem definido e estruturado pode melhorar a eficiência no trabalho e a melhoria contínua é facilitada com um processo de realimentação permanente.

Diante das necessidades de um RA adaptado para a educação continuada do profissional técnico, identificaram-se no PSP estágios e boas práticas que podem ser adaptadas, complementando as vantagens de um RA.

São propostas, neste trabalho, quatro adaptações ao modelo. Inicialmente, foi incluído um estágio de planejamento que, embora citado, não foi incluído no modelo de RA proposto por Gama (2004). Com isso, o andamento do processo passou a estar à disposição do responsável, com maior confiabilidade para a realização de estimativas com o conhecimento das informações subjetivas que as métricas tornaram visíveis, conforme preconizado por Montini (2006).

Foram também intensificadas as atividades previstas para o estágio de produção, aplicando-se formulários baseados nas propostas do PSP e questões como, por exemplo: Como estou resolvendo este problema? Neste momento, é possível tomar outro caminho para a solução? Existem maneiras alternativas de se resolver este

problema?

Outra adaptação foi a consideração de um modelo cíclico, ao invés do modelo linear do RA proposto por Gama (2004), buscando uma melhoria incremental na qualidade e desempenho da execução da atividade, contemplando assim a idéia de um processo permanente e alinhando-se ao conceito da educação continuada. O ciclo do modelo adaptado inicia-se com o *planejamento (i)*, onde serão realizadas as primeiras decisões sobre a tarefa a ser executada, com uma visão de todo o processo de sua educação continuada. O profissional poderá verificar se esta tarefa se alinha as suas necessidades naquele determinado momento, decidindo se prossegue ou não com esta atividade. Também poderá fazer um levantamento rápido do tempo que terá disponível para execução da mesma. Na *pré-reflexão (ii)*, é iniciada a resolução do novo problema; é onde o profissional toma consciência do problema e dos recursos disponíveis assim como o grau de atenção necessário para o sucesso na resolução do problema. Na *familiarização (iii)*, o profissional disponibilizará tempo para compreender a natureza do problema, sendo uma etapa crucial porque o sucesso na solução do problema dependerá da correta compreensão do mesmo. Na *produção (iv)*, a atividade será de fato realizada, de acordo com as práticas propostas pelo PSP, podendo assim em tempo real o responsável pela solução estar avaliando e acompanhando minuciosamente cada uma das sub-rotinas contidas no estágio de produção da tarefa. Os formulários do PSP possibilitam o acompanhamento da execução da tarefa proposta por um avaliador externo. Na *avaliação (v)* ou julgamento, o profissional verificará se a resolução do problema foi satisfatória ou não de acordo com julgamento de fontes externas comparando com gabaritos de atividades relacionadas a mesma já solucionadas pelo profissional. É um momento importante para que o modelo tenha sucesso em sua aplicação, pois o objetivo é que estas avaliações contribuam para o crescimento profissional e não para que seja uma etapa que gere tensões ao aprendiz (Pimentel, 2006). Na *pós-reflexão (vi)*, o profissional compara suas atividades realizadas e verifica seu desempenho sobre a atividade atual, podendo questionar-se sobre a possibilidade de melhoria nas futuras atividades que exijam conhecimentos semelhantes à atual atividade. Como última adaptação, são inseridos os níveis de maturidade baseados no *People CMM*. Foram definidos quatro níveis, conforme mostrado na Figura 1.

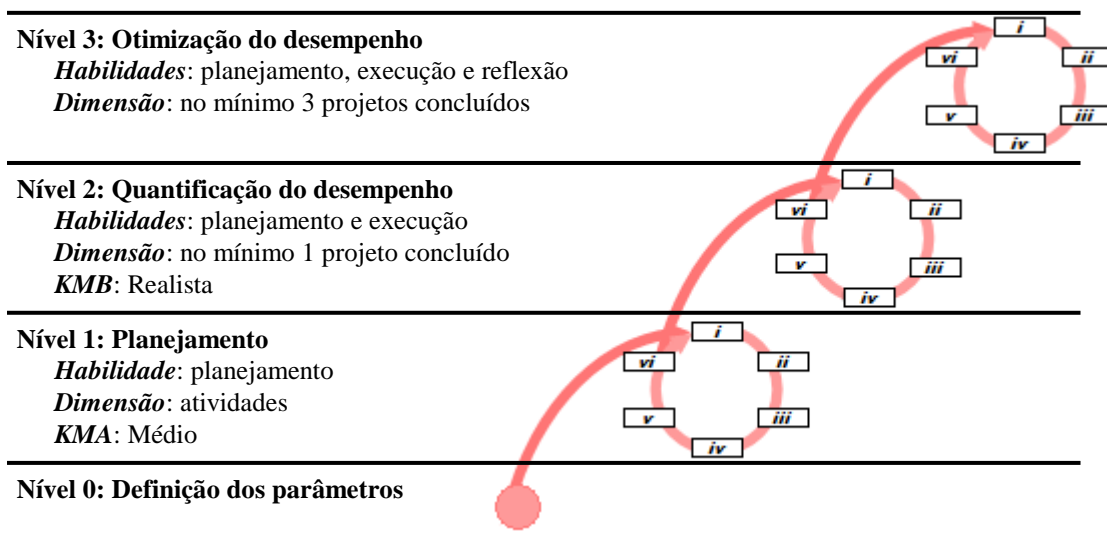


Figura 1: Níveis de maturidade com a utilização do modelo RA adaptado

No nível 0 (*Definição dos parâmetros*), não são exigidos do profissional conhecimentos pré-adquiridos sobre o domínio a ser trabalhado. Neste nível, o profissional definirá os parâmetros básicos para sua auto-avaliação. Por exemplo, para o aprendizado de uma nova linguagem de programação, é possível que ele levante alguns conceitos específicos como paradigma, tipagem, compilada ou interpretada, palavras reservadas e tipos de erros avaliados. Assim como no PSP, esse nível é a base a partir da qual são definidos os parâmetros a serem avaliados e as estratégias a serem utilizadas. Para isso, o profissional pode se basear no conteúdo solicitado em provas de certificações, nos índices de livros sobre o assunto, em artigos científicos ou nas boas práticas para desenvolvimento de um software que utilize da mesma linguagem de programação ao qual ele se propôs utilizar. Com isso, espera-se que o profissional esteja apto para passar para o próximo nível de maturidade.

No nível 1 (*Planejamento*), a principal habilidade avaliada será a de planejamento. A avaliação poderá ser baseada nas atividades desenvolvidas pelo profissional. Ou seja, na etapa de pós-tarefa de cada atividade, o profissional poderá monitorar sua predição a respeito daquela atividade calculando o índice KMA desta atividade, conforme apresentado na Tabela 2. Ele alcança satisfatoriamente este nível quando seu KMA for “médio”, mostrando então sua capacidade de planejamento.

As habilidades avaliadas no nível 2 (*Quantificação do desempenho*) são as de planejamento e execução. O grau para cada uma delas é acumulativo, sendo herdado do nível anterior. A dimensão de avaliação deste nível é de, no mínimo, um projeto concluído, o que possibilita a verificação do desempenho em todas as fases de desenvolvimento de um projeto. O índice qualitativo do KMB no projeto deverá ser realista em todas as fases avaliadas. Ou seja, se o profissional apresentar um KMB realista em três destas quatro fases, ele ainda não está apto, devendo reavaliar qual fase do projeto ou atividade prejudicou o resultado de seu índice KMB. O profissional poderá, então, se reorganizar e tomar estes desvios como lições aprendidas para o próximo projeto.

O nível 3 (*Otimização do desempenho*) foca a prática da reflexão sobre as atividades no contexto de projetos, com o objetivo de se alinhar ao conceito de EC. As habilidades envolvidas neste nível são relativas ao planejamento, à execução e à reflexão. A dimensão de aplicação deste nível é de, no mínimo, 2 projetos, o que viabiliza a comparação de todas as fases de projetos distintos, principalmente em relação à evolução do desempenho de um projeto para outro. Por exemplo, se o percentual de atividades com índice KMB realista do projeto A é maior que o do projeto B, é porque os parâmetros de comparação foram aperfeiçoados, assim como o nível de maturidade alcançado.

Os ciclos de maturidade estão associados ao domínio do conhecimento. Caso se inicie a utilização do modelo adaptado em um novo domínio, deve-se avaliar os conhecimentos neste domínio a partir do nível 0. Acredita-se que a aplicação do modelo a novos domínios exigirá um menor esforço pelo profissional, uma vez que ele está amadurecendo constantemente com a prática da utilização do modelo.

A inclusão do estágio de planejamento faz com que se disponibilizem componentes para acompanhamento e evolução do estágio de produção e, aplicando-se o conceito de

avaliados e as estratégias de avaliação a serem utilizadas. No nível 1, o profissional monitora sua predição a respeito dos parâmetros predefinidos calculando o KMA desta atividade, que alcançará um nível satisfatório quando estiver acima de *médio*, demonstrando então sua capacidade de planejamento. Além da evolução desse índice, a decisão do profissional de subir de nível de maturidade é respaldada também pelo KMB acumulado, que mostra se sua predição havia sido *realista*. Para o nível 2, um mínimo de projetos concluídos deve ser estipulado, pois somente assim é possível verificar o desempenho em todas as fases de desenvolvimento de um projeto, conforme definidas no guia PMBOK (PMI, 2008): iniciação, planejamento, execução, monitoramento/control e finalização. A fase de monitoramento e controle já é realizada com o modelo adaptado. Para se mudar de nível, o KMB do projeto deverá ser *realista* em todas as fases avaliadas do projeto. O nível 3 foca a prática da reflexão sobre as atividades no contexto de projetos para se alinhar ao conceito de EC. Recomenda-se que a dimensão de aplicação deste nível seja de no mínimo 3 projetos completos, o que viabiliza a comparação de todas as fases de projetos distintos, principalmente em relação à evolução do desempenho de um projeto para outro.

Os ciclos de maturidade estão associados ao domínio do conhecimento, ou seja, caso o aprendiz inicie a utilização do modelo adaptado em um novo domínio, ele avaliará seus conhecimentos neste domínio a partir do nível 0 de maturidade. A aplicação do modelo a novos domínios exigirá um menor esforço pelo profissional, uma vez que ele está aperfeiçoando constantemente a prática de utilização do modelo.

A partir desse modelo, foi desenvolvido um aplicativo buscando sua validação, e venha a ser utilizada como ferramenta para monitoramento de desempenho durante a realização das atividades profissionais. Espera-se que, com ele, o profissional possa traçar melhores estratégias para execução de suas atividades, assim como elaborar objetivos a serem alcançados em sua carreira profissional.

Como plataforma de seu desenvolvimento, optou-se pelos dispositivos móveis, pelos seguintes motivos: (i) o significativo crescimento do número de usuários, (ii) rápido crescimento do número de conexões com a internet realizadas por *smartphones*, (iii) dispositivo externo ao computador facilita o registro das ações por parte do profissional e não há intervenção no ambiente utilizado para realização da atividade.

Para o desenvolvimento do aplicativo, utilizou-se a linguagem de programação objective-C, específica para desenvolvimento de software voltado para a plataforma iOS. Não foi descartado futuro desenvolvimento para outras plataformas como Android e Windows Phone, devido suas significativas representações. Na figura 3, é apresentada uma sequência de telas do aplicativo. Na tela inicial (1), ao selecionar a opção *adicionar atividade*, o profissional dará início ao processo de auto avaliação da atividade proposta. Na tela de Planejamento (2), são inseridas informações básicas sobre a tarefa, como nome da atividade, o projeto com o qual a atividade está relacionada, nível de realização da atividade, de acordo com a Figura 1, tempo previsto para execução e a predição. Ao preencher estas informações, o profissional é direcionado ao formulário Pré-reflexão (3), onde serão definidas as estratégias para execução da atividade, os recursos disponíveis e o grau de atenção necessário. Em seguida, estará disponível o estágio de Familiarização (4), quando serão informados a compreensão do problema e o objetivo da atividade. Na tela de Produção (5), o profissional poderá monitorar em tempo real a execução da tarefa. Será exibido o tempo

previsto, assim como um cronômetro com tempo decorrido. Também será possível adicionar anotações sobre a execução, pausar, cancelar e concluir a atividade. No estágio de Avaliação (6), após a execução do que foi proposto nos estágios iniciais, o usuário poderá visualizar o tempo previsto e o tempo gasto, e avaliar se a atividade foi executada de forma correta, parcialmente correta ou incorreta. O estágio de Pós-reflexão (7) apresenta o indicativo qualitativo do KMB por meio de um gráfico de desempenho e a possibilidade de adicionar comentários ou justificativas a respeito do resultado obtido. É possível utilizar estas anotações como referências em futuras tarefas, principalmente nos estágios de planejamento e pré-reflexão. Por fim, é apresentada a tela de Estatísticas (8), com a média dos indicativos KMA e KMB do profissional baseado no histórico de atividades realizadas, assim como selecionar um projeto já realizado para verificação dos índices alcançados.



Figura 3 – Telas do aplicativo de avaliação metacognitiva

5. Conclusões

Neste trabalho, um modelo de assistente reflexivo foi adaptado para dar suporte à educação continuada de profissionais envolvidos na produção de software. O pressuposto subjacente é que a aplicação de tal modelo pelo profissional poderá trazer reflexos positivos no desempenho da realização de suas atividades. Esta adaptação baseou-se nos estágios de avaliação presentes em um modelo de assistente reflexivo (modelo RA) e no modelo de maturidade do People CMM, e nas boas práticas do processo de auto-avaliação PSP.

O trabalho justifica-se pela atual necessidade de uma EC, e da pertinência de uma abordagem voltada para a reflexão na ação, ou seja, a consciência dos processos cognitivos por parte do profissional que se auto-avalia. No RA adaptado, foram realizados alguns ajustes necessários para possibilitar a avaliação de seu próprio desempenho frente a atividades profissionais, e a tomada de consciência sobre suas habilidades metacognitivas pela representação dos níveis de maturidade.

A proposta foi baseada nos níveis de maturidade apresentados pelo PSP, modelo amplamente utilizado como padrão nessa área. Em relação à utilização do sistema de assistência reflexiva no âmbito do desenvolvimento de software, é possível de utilizá-lo durante todo o processo do desenvolvimento, desde as atividades relacionadas ao levantamento de requisitos até a etapa de realização dos testes. Com a intensificação das atividades, principalmente durante o estágio de produção, estágio no qual é exigida uma maior concentração do profissional, foi priorizado o desenvolvimento do sistema para uma plataforma externa ao computador, no caso para dispositivo móvel, resultando em uma menor interferência durante a realização da atividade, uma vez que não haverá a necessidade de mudança de telas durante a codificação.

Um sistema baseado no modelo apresentado foi construído para ambiente *Mobile* iOS e está sendo testado e validado por equipes de desenvolvimento de software. No sentido de sua generalização, o sistema será adaptado e também avaliado junto a equipes de profissionais de outras áreas de atuação.

7. Referências

- BOEHM, B. **A spiral model of software development and enhancement**, IEEE Press, 1988.
- FLAVELL, J. H. Metacognition and cognitive monitoring. a new area of cognitive developmental inquiry. **American Psychologist**, v. 34, n. 10, p. 906-911, 1979.
- GAMA, C. A. **Integrating metacognition instruction in interactive learning environments**. University of Sussex, 2004. Tese de Doutorado.
- HUMPHREY, W. S. Using a Defined and Measured Personal Software Process. **IEEE Software**, v. 13, n. 3, p. 77-88, 1996.
- JOSKO, J. M. B.; CÔRTEZ, M. L. P-CMM e outros modelos na Gestão de Pessoas. In: **SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE MELHORIA DE PROCESSOS DE SOFTWARE**, VII, 2002, São Paulo. Anais. São Paulo: Senac/CenPRA, Disponível em: <http://www.simpros.com.br/simpros2005/upload/A04_2_artigo14181.pdf>. Acesso em: 26 abr. 2012.
- MONTINI, D. A.; SPINOLA, M. M.; SACOMANO, J. B.; NASCIMENTO, M.; BATTAGLIA, D. Aplicação do modelo PSP manual e amparado por ferramenta case estudo de caso de fábrica de software brasileira. **Revista Produção On Line**, v. 6, n. 2, 2006. Disponível em: <producaoonline.org.br/rpo/article/download/285/361>. Acesso em: 26 abr. 2012.
- NAKAKOJI, K.; OHIRA, M.; TAKASHIMA, A.; YAMAMOTO, Y. A computational tool for lifelong learning through experiencing breakdowns and understanding the situations. In: Hoppe, U.; Soller, A.; Ogata H. (Ed). **The Role of Technology in**



CSCL: Studies in Technology Enhanced Collaborative Learning. Computer-Supported Collaborative Learning Series, Springer, 2007. p. 47-62.

PIMENTEL, E. P. **Um modelo para avaliação e acompanhamento contínuo do nível de aquisição de conhecimento do aprendiz.** ITA, 2006. Tese de Doutorado.

PMI - PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE, **A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK Guide).** 4th Edition. PMI, 2008.

TOBIAS, S.; EVERSON, H. T. **Knowing what you know and what you don't: further research on metacognitive knowledge monitoring.** New York: College Entrance Examination Board, 2002. (Research Report 2002-3)