

# Um estudo exploratório dos fatores associados ao estímulo do aprendizado em times ágeis na indústria

Claudia de O. Melo<sup>1</sup>, Carlos D. Santos Jr<sup>1</sup>, Gisele R. M. Ferreira<sup>2</sup>, Fabio Kon<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Ciência da Computação - IME  
Universidade de São Paulo (USP) - São Paulo, SP - Brasil

<sup>2</sup>Departamento de Informática  
Banco Central do Brasil – Brasília, DF - Brasil

[{claudia,denner,fabio.kon}@ime.usp.br](mailto:{claudia,denner,fabio.kon}@ime.usp.br),  [gisele.ferreira@bcb.gov.br](mailto:gisele.ferreira@bcb.gov.br)

**Abstract.** *Software development involves continuous learning. The Agile Methods have emerged as an approach to stimulate team learning in software development. This article aims at better understanding the relationship between the adoption of Agile Methods by software projects and enhanced learning. For this purpose, a case study was conducted in an organization that embraced XP for two years. We explored the developers' perception of the influencing factors on their learning processes. The main results were that three factors related to XP practices can facilitate learning, potentially affecting productivity levels.*

**Resumo.** *Desenvolver software envolve aprendizado contínuo. Métodos ágeis surgiram como uma abordagem para o estímulo do aprendizado em times de desenvolvimento de software. Este artigo tem como objetivo entender a relação entre a adoção de métodos ágeis por equipes de desenvolvimento e a aceleração do aprendizado dos seus integrantes. Para isso, um estudo de caso foi conduzido em uma organização que adotou XP há dois anos. Buscou-se explorar as percepções dos integrantes das equipes sobre a variação do aprendizado e seus fatores de influência. Dentre os principais resultados, encontraram-se três fatores relacionados às práticas de XP que podem facilitar o aprendizado e potencialmente afetar os níveis de produtividade.*

## 1. Introdução

O desenvolvimento de software, em todas as suas formas, é uma atividade de aprendizado (Kelly, 2008). Ele pode ser visto como um processo de pelo menos quatro atividades inter-relacionadas: o aprendizado de novas tecnologias, o aprendizado do domínio, a resolução de problemas do domínio com o conhecimento tecnológico e o aprendizado dos usuários sobre seu próprio problema e sobre o sistema em si. Para Arrow (1962), o aprendizado é produto da experiência. Ele só acontece ao tentar se resolver um problema e, portanto, só ocorre durante a atividade. Arrow considera que o aumento do progresso técnico e, portanto, da produtividade, é derivado do acúmulo de experiência adquirida profissionalmente. Boh et al. (2007) relatam que o aprendizado pela experiência aumenta o desempenho individual, dos times de desenvolvimento de software e da organização. Cria-se, desta maneira, a relação entre o aumento do aprendizado e o aumento da produtividade.

Métodos ágeis aparecem como a manifestação de uma nova metáfora para o desenvolvimento de software que, dentre outras coisas, enfatiza o processo de

aprendizado baseado na experimentação e introspecção (Nerur e Balijepally 2007). Dessa forma, o aprendizado pela experiência (conhecido como *learning by doing*) é usado com um dos elementos do estilo ágil de desenvolvimento - um facilitador para os objetivos de adaptabilidade e flexibilidade desses métodos.

De acordo com VersionOne (2009), a Programação Extrema, ou XP, de Beck (2001) é um dos métodos ágeis mais conhecidos e adotados na indústria. XP promete que, além de produzir software de alta qualidade com alta produtividade, pode acelerar o aprendizado. Segundo Beck, a introdução do princípio de rápido *feedback* permite a elevação do grau de aprendizado. Para Kerievsky (2001), o aprendizado contínuo é parte do espírito de XP, implícito em seus valores e implementado, até certo ponto, em suas práticas.

A revisão sistemática de Dybå e Dingsøy (2008) aponta que, apesar dos diversos trabalhos publicados sobre métodos ágeis, pouco se sabe sobre como esses métodos são realmente implantados nas empresas e que efeitos geram. A revisão mostra ainda que existem poucos estudos empíricos que exploram questões acerca do aprendizado em times ágeis na indústria, especialmente sobre os fatores que o influenciam.

Este artigo descreve uma pesquisa empírica exploratória com o objetivo de compreender a relação entre a adoção de métodos ágeis, a aceleração do aprendizado e a produtividade dos times. Para isso, foi realizado um estudo de caso em uma organização de grande porte que já concluiu dois projetos usando métodos ágeis, especialmente as práticas de XP. A abordagem metodológica é mista (Tashakkori e Teddlie 2003) e baseia-se principalmente na Análise temática, cujo objetivo é auxiliar a síntese dos dados qualitativos, identificando, analisando e relatando padrões encontrados (Braun e Clarke 2006). Posteriormente, dados quantitativos são integrados e analisados estatisticamente.

O restante do artigo está organizado da seguinte forma: a Seção 2 apresenta uma breve revisão da literatura relacionada, enquanto a Seção 3 descreve a metodologia do estudo. A Seção 4 relata os resultados qualitativos e quantitativos obtidos no estudo e a Seção 5 os discute em contraste com outros estudos na área de aprendizado. A Seção 6 conclui o trabalho e aponta alguns trabalhos futuros.

## **2. XP e o aprendizado nos times**

Os efeitos de XP no aprendizado acadêmico foram recentemente explorados em vários trabalhos científicos. A revisão sistemática de Salleh et al. (2010) mostra que há evidências de que a programação em pares, prática específica de XP, melhora o processo de aprendizado de alunos de graduação em computação. A revisão considerou evidências de 73 estudos, 44 provenientes de experimentos formais e apenas 4 de estudos qualitativos.

No estudo de Drobka et al. (2004) conduzido na Motorola, 55% dos participantes acreditam que o uso de métodos ágeis diminui a curva de aprendizado. Ao trabalhar em pares, os novos membros aprenderam a arquitetura rapidamente com a ajuda dos colegas mais experientes. O mesmo resultado ocorreu com novos contratados, que se tornaram produtivos em um mês de experiência com XP. Além disso, a produtividade individual dos engenheiros da empresa aumentou se comparada com o desempenho em projetos com outros métodos. As principais fontes de evidência foram

os resultados de questionários e o histórico de produtividade da empresa. Law e Charron (2005) relataram que os times ágeis da TransCanada, empresa do ramo energético norte-americano, apresentaram diminuição da curva de aprendizado e que práticas como o trabalho co-localizado, a programação em pares e a reunião diária promoveram o compartilhamento do conhecimento. As evidências foram retiradas de registros de retrospectivas da equipe e de observação, onde, nessa última, não fica claro o método de síntese dos dados coletados.

### **3. Metodologia**

Esta pesquisa é empírica e consiste no estudo de um caso na indústria, com a intenção de explorar possíveis relações entre a adoção de métodos ágeis, a aceleração do aprendizado e a variação da produtividade dos times. Esse objetivo pode ser traduzido em duas Questões de Pesquisa (QP):

**(QP1) Como a adoção de métodos ágeis pode influenciar o aprendizado dos times?**  
**(QP2) Há relação entre a adoção de métodos ágeis, o aprendizado e a produtividade dos times?**

Os critérios para seleção do caso foram: i) adoção de métodos ágeis – especialmente XP – para o desenvolvimento de software há pelo menos um ano e 2) pelo menos dois projetos ágeis concluídos. Dessa forma, a organização em estudo já tem resultados preliminares e alguma maturidade para opinar sobre as questões de pesquisa. O estudo é de natureza interpretativa e indutiva (Easterbrook et al. 2008), com o objetivo final de gerar hipóteses que contribuam para o avanço de novas pesquisas. Quanto à abordagem, foram utilizados métodos mistos de pesquisa que envolvem a coleta e análise de dados qualitativos e quantitativos em um único estudo, com coleta concorrente ou sequencial, e integração dos dados em um ou mais estágios do processo (Tashakkori e Teddlie 2003). Essa abordagem permite neutralizar as desvantagens de cada método e trazer resultados mais consistentes. A pesquisa é essencialmente guiada pelos dados qualitativos, sendo complementada por dados quantitativos quando possível. Por fim, este artigo estende o estudo de caso feito por Melo e Ferreira (2010) sobre o impacto da adoção de métodos ágeis em uma organização de grande porte.

#### **3.1. Ambiente de pesquisa**

O ambiente de estudo<sup>1</sup> é uma organização do ramo financeiro que emprega cerca de 700 pessoas na área de tecnologia. Ela adotou métodos ágeis para o desenvolvimento de software há dois anos e concluiu alguns projetos desde então. Os sujeitos da pesquisa são analistas de requisitos, desenvolvedores, analistas de qualidade, gerentes, especialistas em testes e projetistas envolvidos em projetos ágeis. A unidade de análise é o integrante envolvido em um dos dois projetos ágeis já executados e finalizados.

#### **3.2. Instrumentos e Procedimento de coleta de dados**

Os instrumentos de coleta de dados usados foram entrevistas semi-estruturadas, questionário *online*<sup>2</sup> e análise de registros históricos. As entrevistas continham questões abertas para permitir uma maior interação entre o entrevistador e o entrevistado. As questões procuravam incentivar os entrevistados a relatar as tarefas que promoviam o aprendizado e suas opiniões sobre a variação na curva de aprendizado de times ágeis. Oito entrevistas semi-estruturadas foram conduzidas com membros de diferentes papéis

---

<sup>1</sup> Mais informações sobre o contexto da organização podem ser obtidas em Melo e Ferreira (2010).

<sup>2</sup> O questionário aplicado está disponível em: <http://www.ime.usp.br/~claudia/eselaw2010>

nos projetos, com o intuito de explorar qualitativamente a relação entre métodos ágeis, aceleração de aprendizado e produtividade. Todas as entrevistas foram gravadas e posteriormente transcritas pelos autores do estudo. Além disso, dados sobre a produtividade dos projetos da organização foram coletados de registros históricos.

O questionário *online* já havia sido aplicado na organização anteriormente e seus resultados foram relatados por Melo e Ferreira (2010). Ele continha questões em escala Likert sobre a experiência prévia dos participantes, assim como a opinião deles sobre o impacto de métodos ágeis na aceleração do aprendizado e o aumento da produtividade. Havia também questões abertas para capturar a opinião sobre pontos positivos e de melhoria dos projetos ágeis.

A coleta de dados na organização ocorreu em dois períodos: a primeira ocorreu entre 19/02/10 a 31/03/10, com a análise dos registros de produtividade, realização das primeiras entrevistas semi-estruturadas e aplicação do questionário. A segunda ocorreu no período de 30/07/10 a 11/08/10, quando novas entrevistas semi-estruturadas foram realizadas. No total, 21 pessoas participaram das duas fases de coleta.

**Variáveis e escalas.** As variáveis e escalas foram selecionadas a partir do estudo inicial conduzido por Melo e Ferreira (2010), que levantou, por meio de um questionário, o perfil dos times ágeis da instituição, assim como sua percepção sobre a aceleração do aprendizado. A Tabela 1 apresenta o conjunto de variáveis independentes e dependentes escolhidas com respectivas escalas. As variáveis independentes selecionadas descrevem o nível de experiência dos profissionais antes dos projetos ágeis. Já a variável dependente refere-se à opinião deles sobre o impacto dos métodos ágeis na aceleração do aprendizado de novas tecnologias, conceitos e padrões. Todas as variáveis foram selecionadas a partir das questões fechadas presentes no questionário mencionado.

**Tabela 1 – Variáveis e Escalas**

<b>Variáveis Independentes</b>	<b>Escala</b>
<b>Experiência em OO</b> Tempo de experiência profissional anterior em Orientação a Objetos	Nenhuma, 1-6 Meses, 7 Meses - 2 anos, 3 a 5 anos, 6-9 anos, 10 ou + anos
<b>Experiência na Arquitetura</b> Tempo de experiência anterior com as tecnologias da Arquitetura de software de referência da organização	
<b>Experiência em Projetos</b> Tempo de experiência anterior em outros projetos de software	
<b>Variável Dependente</b>	
<b>Aceleração do aprendizado com métodos ágeis</b> Percepção sobre o impacto de métodos ágeis na aceleração do aprendizado de novas tecnologias, conceitos e padrões	Definitivamente não (1), não (2), talvez (3), Sim (4), Definitivamente sim (5)

Em função do tamanho reduzido da amostra (n=21), os dados de experiência foram organizados no G1 (Sem experiência = 1, Com experiência = 2), o agrupamento mais simples sobre os dados obtidos, apropriado para um primeiro estudo exploratório. Na escala original, todas as respostas ‘Nenhuma’ foram enquadradas no grupo G1 – sem experiência e as demais no grupo G1 – com experiência. Estudos posteriores podem aprofundar a granularidade da análise, criando mais categorias de experiência.

### **3.3. Procedimentos de análise dos dados.**

**Análise qualitativa.** O método usado foi o de Análise temática, uma técnica para identificar, analisar e relatar os padrões (ou temas) encontrados em dados qualitativos

(Braun e Clarke 2006). Segundo Boyatzis (1998), trata-se de uma busca por temas que se tornem importantes para descrever um fenômeno. Ela baseia-se em um processo composto de três passos: i) Identificação de padrões na informação, ii) Classificação (ou codificação) dos padrões em temas e, por fim, iii) a interpretação do padrão. Para apoiar a análise dos dados foi usada a ferramenta HyperRESEARCH, que permite a classificação da informação a partir de códigos, assim como suas correlações. A codificação foi dirigida por dados (Boyatzis 1998 pp. 29-30), pois partiu somente da análise dos padrões das informações coletadas, não recorrendo à literatura relacionada.

**Análise quantitativa.** O primeiro passo da análise foi calcular a mediana e a moda de cada variável selecionada. No segundo passo, a correlação não-paramétrica entre as variáveis independentes e a dependente foi calculada. A correlação de Spearman foi escolhida por representar um método bem aceito para índices de correlação de dados em escala ordinal (Hair et al. 2006). O software SPSS (*Statistical Package for the Social Sciences*) foi usado para os cálculos estatísticos. O tamanho da amostra de dados é 21.

#### 4. Resultados

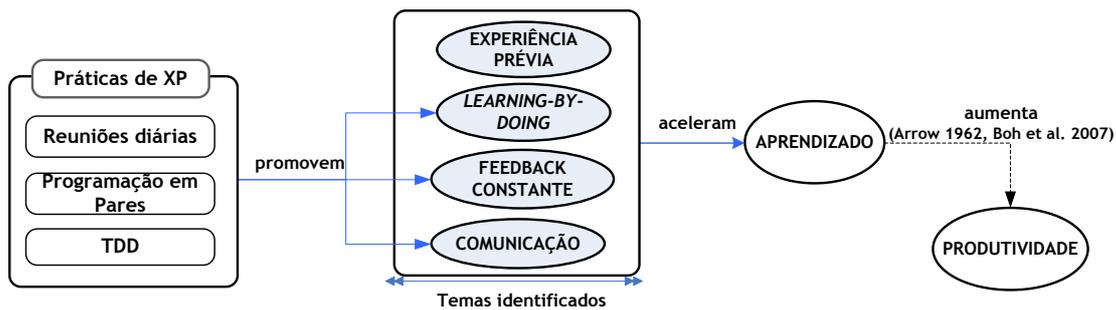
Para responder as questões de pesquisa, os pesquisadores analisaram os dados qualitativos obtidos nas entrevistas e questionário (perguntas abertas) em busca de padrões ou temas que pudessem explicar como a adoção de métodos ágeis pode influenciar o aprendizado dos times (**QP1**), e se há alguma relação entre métodos ágeis, aprendizado e produtividade (**QP2**). Para encontrar os temas, foram realizados os seguintes passos: 1) codificação dos dados com base nos termos e expressões usados pelos participantes; 2) revisão da codificação; 3) agrupamento dos códigos em temas, tendo em mente as questões de pesquisa e 4) revisão e seleção dos temas com maior frequência e maior relação entre si e com as questões de pesquisa.

A Tabela 2 mostra os temas identificados e as práticas de XP relacionadas, com respectivas frequências. O aprendizado foi o tema mais frequente e apareceu, na maior parte das vezes, em uma relação causa-efeito com os demais temas encontrados. As práticas de XP foram mencionadas em conjunto com alguns temas, também em uma relação causa-efeito. A relação entre o aprendizado dos times ágeis e a produtividade também foi identificada na análise, mas com menor intensidade.

**Tabela 2 – Principais temas encontrados, práticas de XP e frequências**

Tema	Frequência	Práticas de XP relacionadas	Frequência
<i>Aprendizado</i>	31	<i>Programação em pares</i>	9
<i>Comunicação</i>	9	<i>TDD</i>	4
<i>Learning-by-doing</i>	9	<i>Reuniões diárias</i>	3
<i>Experiência prévia</i>	7		
<i>Feedback constante</i>	5		
<i>Produtividade</i>	3		

A Figura 1 sumariza o mapa temático desenvolvido a partir da análise qualitativa. Ele enfatiza as principais relações encontradas e detalhadas a seguir.



**Figura 1. Mapa temático e correlações**

#### 4.1. Aceleração do aprendizado e produtividade

O resultado do questionário apontou que 90% dos participantes do estudo acreditam que métodos ágeis aceleram ou aceleram muito o aprendizado de novas tecnologias, conceitos e padrões. Alguns entrevistados relataram que houve de fato diminuição da curva de aprendizado e percepção de produtividade mais alta, visível inclusive quando membros de outras equipes eram alocados no projeto por um período curto, ou quando os membros eram inexperientes.

*"A alocação de membros externos foi muito boa porque todo mundo saiu ganhando. O projeto ganhou porque rapidamente essas pessoas foram produtivas para o projeto. A outra equipe [foi beneficiada] porque ganhou pessoas capacitadas."* (Participante 2)

*"o fato de que elas tiveram produtividade alta, mesmo sendo inexperientes [...] isso é sinal de que elas aprenderam alguma coisa"* (Participante 5)

De fato, a análise dos registros históricos da organização mostrou que os dois projetos ágeis já concluídos tiveram produtividade maior que os projetos tradicionais da empresa. A organização mede sua produtividade pela divisão do tamanho do software em pontos de função do software pelo esforço em horas gasto no projeto. O projeto 1 teve produtividade 8% maior que a média da instituição e o projeto 2 teve produtividade 32% maior que a média da instituição. Apesar da amostra de projetos ser pequena, observou-se em ambos os projetos ágeis uma percepção de aceleração do aprendizado e um aumento da produtividade. Isso indica que pode haver correlação entre o aprendizado e a produtividade de times ágeis, o que já foi mostrado em outros contextos por Arrow (1962) e Boh et al. (2007).

#### 4.2. Fatores de influência no aprendizado e as práticas de XP.

Buscou-se explorar que fatores dos métodos ágeis exerceram influência na aceleração do aprendizado. Além disso, foram investigadas as limitações dessa influência.

**Experiência prévia.** O resultado do questionário mostrou que 60% dos membros dos dois times ágeis estudados não tinham experiência na tecnologia usada em seus projetos. Ainda assim, os projetos obtiveram êxito em sua produtividade, como já mencionado. No entanto, restava a dúvida dos fatores limitantes dessa capacidade de trabalhar com grande parte do time inexperiente e ainda sim obter aceleração de aprendizado e produtividade. Os entrevistados relataram que existem requisitos mínimos para que esse equilíbrio ocorra. A transcrição abaixo exemplifica a questão:

*"a capacitação não chega a tanto - a capacidade de capacitar, entende? Não dá para ensinar pra uma pessoa, em tempo de projeto, orientação a objetos [...] tem que ter um*

*mínimo de capacitação inicial [...] pelo menos um pouco de experiência profissional"*  
(Participante 2)

A análise estatística dos dados sobre a experiência prévia do membro do time (Tabela 3) mostra que há correlação ( $p < 0.05$ ) entre a *Experiência prévia em orientação a objetos* e a percepção de *Aceleração do aprendizado*. O mesmo não ocorreu entre a *Experiência na Arquitetura de software da organização* e a *Aceleração do aprendizado*.

**Tabela 3 – Estatística descritiva e Correlações não-paramétricas <sup>a</sup>**

Variável	Mediana	Moda	Aceleração do Aprendizado (com métodos ágeis)
1. Experiência em OO <sub>G1</sub>	2	2	.577*
2. Experiência na Arquitetura <sub>G1</sub>	2	2	.045
3. Experiência em projetos <sub>G1</sub>	2	2	.577*
4. Aceleração do Aprendizado (com métodos ágeis)	5	5	-

<sup>a</sup>  $n = 21$  \*  $p < 0.05$

Em suma, o resultado da análise estatística é consistente com os resultados das entrevistas, onde a experiência anterior profissional e em conceitos básicos é citada como essencial para aceleração do aprendizado de membros de projetos ágeis. Já a *Experiência na Arquitetura de software* não se mostrou fundamental nem para a aceleração do aprendizado, nem para a produtividade do time. Essa triangulação entre dados qualitativos e quantitativos melhora a confiabilidade da análise, principalmente pelo reduzido tamanho da amostra ( $n=21$ ).

**Comunicação e disseminação do conhecimento.** Vários entrevistados com diferentes papéis nos projetos mencionaram a comunicação como forte influenciadora na aceleração do aprendizado. Eles também relataram que as práticas de XP ‘programação em pares’, ‘reunião diária’ e ‘retrospectiva’ dão suporte à comunicação.

*"O aprendizado foi reforçado por algumas das práticas: programação em par, reuniões diárias, retrospectivas... principalmente as que envolvem interação"* (Participante 1)

*"O nível de aprendizado dos integrantes são elevados devido a grande interação do grupo. [...] o conhecimento de um certo integrante é facilmente compartilhado para os outros"* (Participante 18)

*"A programação em par com rodízio, sem dúvida, acelera o aprendizado, porque a pessoa que é mais fraca em determinado item troca a informação com a outra, então ocorre uma troca muito alta"* (Participante 5)

**Feedback constante.** O *feedback* foi citado em algumas entrevistas como mecanismo de aceleração do aprendizado. Em XP, o *feedback* é um dos quatro valores básicos (Beck 2001) relacionado ao princípio de rápido *feedback*, que por sua vez está relacionado à várias práticas do método. O *feedback* também está obviamente relacionado à comunicação, sem a qual não é possível dar o *feedback*.

*"Tem algumas práticas que tem correlação com a aceleração do aprendizado e acho que tem um valor que está embutido em várias práticas que tem relação que é o feedback. As pessoas podem aprender porque elas experimentam e tem reação [...] Você consegue ver a correlação [causa-efeito] entre elas. O TDD tem muita relação com o feedback [...] quando eu mexo nas coisas [código] eu rapidamente percebo que o que estou fazendo não funciona."* (Participante 5)

**Learning-by-doing.** O aprendizado pela experiência (*learning-by-doing*) é uma das diversas abordagens existentes para ensinar e aprender. XP defende que os times devem aprender constantemente pela experiência, seja na concepção do design de uma

funcionalidade, seja durante o levantamento dos requisitos do usuário. Os entrevistados enfatizam que esse tipo de abordagem acelera o aprendizado, citando na maior parte das vezes a programação em pares como prática de apoio, além da correlação com o *Feedback* constante.

*“Quando uma nova pessoa se integra à equipe, ela já chega ‘colocando a mão na massa’, o que agiliza bastante o aprendizado”* (Participante 10)

*“A vantagem da programação em par é que ela é um treinamento in loco [...] é mais efetivo esse tipo de treinamento [...] poder praticar o que se está aprendendo e aplicar em problemas reais certamente agiliza o aprendizado”* (Participante 2).

*“O XP é extremo nesse sentido do ‘mão na massa’. Não é a mão na massa normal que você faz e leva uma semana ou duas para perceber que aquilo (o código) estava errado [...] O rodízio de pares ajuda nisso, não demora uma outra pessoa perceber que o código estava ruim, não demora para você entender o porquê. Se demorar, você não aprende”* (Participante 5)

Os entrevistados mencionaram vantagens e desvantagens entre os treinamentos formais, muito comuns nos programas de capacitação das empresas, e o aprendizado pela experiência. Foi demonstrada uma preferência pelo aprendizado pela experiência, mas existem fatores limitantes, como a predisposição de ensinar e aprender de cada membro ou o nível de experiência prévia. Nesse caso, pode-se optar pelo treinamento.

*“A programação em pares repassa o conhecimento na hora, na prática e na quantidade necessária [...] não adianta dar um treinamento de duas semanas e depois pôr [a pessoa] pra trabalhar.”* (Participante 2)

*“..pelo menos eu não senti falta do treinamento [formal]. Depois de um tempo [de projeto] participei de um treinamento avançado [da arquitetura padrão] e não aprendi nada novo. O treinamento antes do projeto pode ser interessante para pessoas com pouca experiência com desenvolvimento, ou com experiência em linguagens não orientadas a objetos”* (Participante 4).

*“Colocar uma pessoa inexperiente ao lado de uma pessoa experiente só é válido quando a primeira tem interesse em aprender e quando a segunda não se importe em ajudar. De qualquer forma, não há ajuda que resolva quando se está desinteressado”* (Participante 15)

## 5. Discussão

A experiência prévia aparece como um fator que influencia o grau de aprendizado em times ágeis. O estudo mostrou que para tirar proveito dos benefícios de XP na curva de aprendizado, é necessário ter um mínimo de experiência conceitual e profissional. Todavia, conhecimentos específicos em tecnologias e padrões não se mostraram essenciais e podem ser adquiridos pela prática (*learning-by-doing*). Essa hipótese pode indicar uma mudança de plano de capacitação nas organizações que adotam métodos ágeis. Elas podem tirar vantagem do ambiente favorável ao aprendizado que XP proporciona e reduzir custos com alguns tipos de treinamentos considerados desnecessários para parte do time.

A Programação em pares foi citada diversas vezes pelos participantes deste estudo como a prática de XP que favorece a comunicação, o *feedback* e o *learning-by-doing*. Ela tem sido considerada um mecanismo superior à programação solo por viabilizar o aumento da qualidade do código e promover um ambiente de aprendizado e construção do espírito de time (Hulkko05, Coman08). Os participantes citaram que o rodízio de pares foi benéfico para o aprendizado, transmitindo o conhecimento e

aumentando o *feedback*. Em XP, a programação em pares incentiva a troca constante de tarefas entre membros do time por meio do rodízio de pares, onde as tarefas estão sempre relacionadas ao objetivo mais próximo do time, definido na iteração. Além disso, os pares de XP são formados de maneira a incluir sempre um membro mais experiente na execução de determinada tarefa. Um estudo de Schilling et al. (2003) aponta que algum grau de variação nas tarefas do trabalho pode aumentar o grau de aprendizado de indivíduos, times e até organizações. Quando as tarefas estão correlacionadas de alguma forma, a curva de aprendizado pode ser melhorada.

Por fim, segundo Alexander et al. (1991), o *feedback* é a informação com a qual um aprendiz pode confirmar, adicionar, alterar, otimizar ou reestruturar informações na memória. Um dos valores fundamentais de XP é o *feedback* rápido e, segundo Beck (2001), um dos principais mecanismos de aceleração do aprendizado. A análise qualitativa confirmou a relação entre o *feedback* e a aceleração do aprendizado, onde a prática de Desenvolvimento Dirigido por Testes (TDD) foi especialmente citada. E, de fato, o conceito de TDD é baseado em ciclos curtíssimos de *feedback* (segundos ou minutos) sobre as decisões de implementação (Beck 2003). Além disso, o *feedback* constante pode ser dado pela comunicação, outro valor fundamental de XP citado como fator de influência sobre o aprendizado.

## **6. Conclusão e trabalhos futuros**

As relações entre métodos ágeis e o aumento do aprendizado e da produtividade de times da indústria ainda não foram amplamente compreendidas. Este trabalho apresentou os resultados de um estudo empírico exploratório sobre o impacto da adoção de XP no aprendizado e na produtividade. Os resultados levantam a hipótese de que métodos ágeis podem, mediante a satisfação de alguns requisitos mínimos, acelerar o aprendizado, especialmente de novas tecnologias, conceitos e padrões. Houve também indícios de que essa aceleração ocorreu em conjunto com o aumento da produtividade. No entanto, essa hipótese precisa ser testada em trabalhos futuros. Como segundo resultado, foram identificados quatro fatores que podem influenciar a aceleração do aprendizado - experiência prévia, comunicação, *feedback* constante e *learning-by-doing*, três deles relacionados a práticas de XP.

Como um estudo exploratório e interpretativo, o objetivo desta pesquisa não é fazer generalizações, mas sim gerar hipóteses para novos estudos. Portanto, a validade interna do estudo de caso tornou-se prioritária e foi tratada de algumas maneiras. A triangulação de fontes de dados foi realizada com entrevistas com diferentes papéis e em dois períodos diferentes do tempo. Em alguns casos, dois métodos de análise (qualitativo e quantitativo) foram usados. Apesar do tempo limitado para o estudo de caso, já havia um histórico de cooperação entre a organização e os pesquisadores que permitiu melhorar o entendimento sobre os dados levantados e analisados.

Finalmente, este artigo faz parte de uma pesquisa em desenvolvimento que compreende o estudo do impacto de métodos ágeis na produtividade dos times. As hipóteses aqui lançadas devem ser testadas em trabalhos futuros. Pretende-se pesquisar, em ambiente real, como funciona o processo de aprendizado na execução das práticas citadas. É necessário também um aprofundamento da pesquisa sobre a relação entre o aumento do aprendizado e o aumento da produtividade dos times ágeis.

## **Agradecimentos**

Os autores agradecem o apoio financeiro recebido da Fapesp (processo 09/10338-3).

## Referências

- Alexander, P. A., Schallert, D. L., & Hare, V. C. (1991). Coming to terms: How researchers in learning and literacy talk about knowledge. *Review of Educational Research*, 61, 315-343.
- Arrow, K. (1962) "The economic implications of learning by doing". *Review of Economic Studies* 29, 155-173.
- Beck, K. (2001) *Extreme Programming Explained - Embrace Change*. Addison-Wesley.
- Beck, K. (2003) *Test Driven Development: By Example*. Addison-Wesley.
- Boh, W. F., Slaughter, S. A., and Espinosa, J. A. 2007. "Learning from Experience in Software Development: A Multilevel Analysis". *Manage. Sci.* 53, 8 (Aug. 2007), 1315-1331.
- Boyatzis, R.E. (1998). "Transforming qualitative information: thematic analysis and code development". Sage.
- Braun, V. and Clarke, V. (2006) "Using Thematic Analysis in Psychology," *Qualitative Research in Psychology*, 3: 77-101.
- Coman, I.D., Sillitti, A., Succi, G.: (2008) "Investigating the Usefulness of Pair-Programming in a Mature Agile Team". In: *Proc. of the 6th International Conference on Extreme Programming and Agile Processes in Software Engineering (XP2008)*, pp. 127-136. (2008).
- Drobka, J., Noftz, D., Raghu, R.. (2004), "Piloting XP on Four Mission-Critical Projects," *IEEE Software*, pp. 70-75, November/December.
- Dybå, T e Dingsøyr, T. (2008) "Empirical studies of agile software development: A systematic review". In: *Information and Software Technology*, 50(9-10):833-859.
- Easterbrook, S., Singer, J., Storey, M-A, Damian, D. (2008) "Selecting Empirical Methods for Software Engineering Research", In: *Guide to advanced empirical software engineering*, Chapter 11. Springer-Verlag, London. Hair J.F., Black, W. C., Babin, B. J., Anderson, R. E., and Tatham, R. L. (2006), *Multivariate data analysis*, 6th ed. Upper Saddle River, NJ: Pearson Education.
- Hulkko, H., Abrahamsson, P.: "A Multiple Case Study on the Impact of Pair Programming on Product Quality". In: *ICSE*, pp. 495-504. ACM, New York (2005).
- Kelly, A. (2008) "Changing Software Development: Learning to be Agile". John Wiley and Sons.
- Kerievsky, Joshua (2001). "Continuous Learning", Industrial Logic Inc. Disponível em: <http://www.industriallogic.com/xp/ContinuousLearning.pdf>
- Law, A. and Charron, R. 2005. "Effects of agile practices on social factors". In *Proceedings of the 2005 Workshop on Human and Social Factors of Software Engineering* (St. Louis, Missouri, May 16 - 16, 2005). HSSE '05. ACM, New York, NY, 1-5.
- Melo, C. O. e Ferreira, G. R. M. "Adoção de métodos ágeis em uma Instituição Pública de grande porte - um estudo de caso". In *Proceedings of the Brazilian Workshop for Agile Methods (WBMA 2010) in the Brazilian Conference on Agile Methods*, pp. 112-125. June, 2010.
- Nerur, S. and Balijepally, V. (2007). "Theoretical reflections on agile development methodologies". *Communications of the ACM* 50, 3 (Mar. 2007), 79-83.
- Salleh, N., Mendes, E., Grundy, J (2010). "Empirical Studies of Pair Programming for CS/SE Teaching in Higher Education: A Systematic Literature Review," *IEEE Trans. on Software Engineering*, vol. 99.
- Schilling, M. A., Vidal, P., Ployhart, R. E., and Marangoni, A. 2003. "Learning by Doing Something Else: Variation, Relatedness, and the Learning Curve". *Manage. Sci.* 49, 1 (Jan. 2003), 39-56.
- Tashakkori, A. and Teddlie, C. (2003) *Handbook of mixed methods in social & behavioral research*. Sage Publications.
- VersionOne (2009). "State of Agile Development" 4<sup>th</sup> annual survey.