

Um Modelo Social e Colaborativo para Extensão de Conteúdo em Ambientes Educacionais Ubíquos

Taffarel Brant-Ribeiro (IFSULDEMINAS)¹

Igor Emmanuel Silva Mendonça (FACOM/UFU)

Rafael Dias Araújo (FACOM/UFU)

Miller Miranda Mendes (FACOM/UFU)

Fabiano Azevedo Dorça (FACOM/UFU)

Renan Gonçalves Cattelan (FACOM/UFU)

Resumo

Este trabalho apresenta um modelo de arquitetura de *software* que apoia atividades de extensão de conteúdo em Ambientes Educacionais Ubíquos. Como prova de conceito, empregou-se este modelo para construir uma aplicação *Web* que permite a criação de comentários e a classificação de conteúdo multimídia. Tal aplicação foi acoplada à plataforma Classroom eXperience e sua utilização foi assistida por dois semestres letivos. Aplicou-se uma adaptação do Modelo de Aceitação de Tecnologia para averiguar a receptividade e o impacto das novas funcionalidades em estudantes. Como resultado, verificou-se boa aceitação da aplicação pelos usuários, que passaram a acessar mais a plataforma. Tal incentivo também contribuiu elevando o desempenho dos alunos, demonstrando que a disponibilização de recursos interativos incentiva a aprendizagem colaborativa e fomenta processos de ensino/aprendizagem na área educacional.

Palavras-chave: Extensão de Conteúdo Educacional; Aprendizagem Colaborativa; Mídias Digitais; Computação Ubíqua; Ambientes Educacionais Ubíquos.

Abstract

This work presents a *software* architecture model that supports content extension activities in Ubiquitous Learning Environments. As a proof of concept, we employed this model to build a *Web* application that allows the creation of comments and multimedia content rating. This application was integrated to the Classroom eXperience platform and its use was assisted over two semesters. We applied an adaptation of the Technology Acceptance Model to examine receptivity and impact of the new features over students. As a result, the module was well received by users, who accessed the platform more than before. This incentive also contributed to increase student performances, showing that interactive features encourages collaborative learning and promotes teaching/learning processes in the educational field.

Keywords: Educational Content Extension; Collaborative Learning; Digital Media; Ubiquitous Computing; Ubiquitous Learning Environments.

¹ Contato: brant.ribeiro@ifsuldeminas.edu.br

1. Introdução

O uso constante de dispositivos computacionais para a realização de tarefas do cotidiano é hoje uma realidade (Kostakos & Ferreira, 2015). Avanços tecnológicos aliados à infraestrutura disponibilizada pela Internet propiciaram um cenário no qual toda e qualquer informação pode ser acessada a qualquer hora e em qualquer lugar. Além disso, pesquisas recentes realizadas pela empresa “Gartner” revelaram que o número de dispositivos tecnológicos, principalmente os móveis como *smartphones* e *tablets*, tem crescido em grande proporção nos últimos anos (Gartner, 2014). Esse novo paradigma de interação entre pessoas e computadores é conhecido como Computação Ubíqua (UbiComp) (Weiser, 1991), e ilustra a onipresença que a tecnologia alcançou em diversas áreas e circunstâncias, como em salas de reuniões e ambientes acadêmicos.

No escopo educacional, a incorporação desta temática é capaz de auxiliar docentes e alunos no processo de ensino/aprendizagem ao automatizar tarefas pedagógicas, criando, com isso, Ambientes Educacionais Ubíquos (AEUs) (Settle et al., 2011). Dispositivos como lousas eletrônicas, câmeras e microfones produzem artefatos de mídia que são capazes de reproduzir posteriormente experiências vividas em salas de aula. Dessa maneira, os alunos podem concentrar sua atenção na experiência da aula e na aprendizagem, certos de que os detalhes serão registrados e estarão disponíveis para posterior acesso. Com isso, os AEUs fazem referência a um tema de pesquisa recorrente da UbiComp, denominado Captura & Acesso (C&A) (Truong & Hayes, 2009) e centrado em atividades de registro de experiências ao vivo, de modo a ser possível revisá-las em algum ponto no futuro.

Apoiados pela C&A, os AEUs promovem a autoria automática de conteúdo digital multimídia. Nesse contexto, atividades sociais e colaborativas configuram importantes incrementos funcionais para os AEUs (Banday, 2012). Por meio desses sistemas, o conteúdo apresentado pode ser estendido e enriquecido, além de incentivar o compartilhamento de informações, a troca de experiências e o debate entre os usuários. Este trabalho explora o uso de funcionalidades sociais e colaborativas em AEUs, visando a extensão e o compartilhamento de conteúdo nesses ambientes de aprendizagem.

Para isso, foi desenvolvido um modelo de extensão e classificação de conteúdo multimídia pautado em atividades sociais e colaborativas realizadas por usuários. Como prova de conceito, foi proposta e implementada uma arquitetura de *software* que suporta as premissas do modelo criado, originando uma aplicação que disponibiliza funcionalidades de criação e classificação de comentários e *ranking* de artefatos multimídia em um ambiente *Web 2.0*. Um estudo de caso foi realizado com a integração e validação da aplicação colaborativa no sistema Classroom eXperience (CX) (Ferreira et al., 2012), uma plataforma

de UbiComp construída para a captura e acesso de atividades educacionais e atualmente implantada na Faculdade de Computação da Universidade Federal de Uberlândia (FACOM/UFU) como ferramenta de apoio à educação.

Realizou-se, também, uma análise comparativa entre esta pesquisa e trabalhos relacionados que apresentam soluções para a extensão de conteúdo multimídia, categorização de artefatos digitais e criação colaborativa. Esta investigação, no entanto, apresenta uma proposta que visa suprir todas essas demandas por meio de um modelo genérico, desenvolvido para suportar o enriquecimento de componentes de mídia embasado em autoria e classificação colaborativas, além de permitir análises em diferentes níveis de granularidade das aplicações empregadas.

As seções deste artigo estão estruturadas da seguinte maneira: na Seção 2, embasamentos teóricos sobre atividades sociais e colaborativas em AEU's são apresentados; na Seção 3, o modelo colaborativo desenvolvido é descrito, discorrendo sobre sua arquitetura e o protótipo que implementa a proposta. A Seção 4 apresenta o estudo de caso, detalhando a plataforma CX e a integração do módulo social e colaborativo. Na Seção 5 é explicado o método de coleta de dados para a validação do modelo e a Seção 6 discute os resultados obtidos. A Seção 7 lista os trabalhos relacionados, comparando-os com a abordagem proposta e, por fim, a Seção 8 revisita as ideias apresentadas no decorrer deste trabalho, expondo conclusões e trabalhos futuros.

2. Atividades Sociais e Colaborativas em Ambientes Educacionais Ubíquos

Aplicações de C&A podem existir em diferentes contextos e áreas do conhecimento, respeitando seus aspectos e peculiaridades. No âmbito educacional, a incorporação dessas aplicações pode auxiliar professores e alunos no processo de ensino/aprendizagem ao automatizar tarefas pedagógicas, criando Ambientes Educacionais Ubíquos (AEUs) (Settle et al., 2011). O objetivo dos AEU's é fornecer a professores e alunos suporte tecnológico que os auxilie em suas atividades acadêmicas de maneira não intrusiva. A instrumentação de salas de aula com dispositivos ubíquos como lousas eletrônicas, projetores, câmeras, microfones, entre outros, é a abordagem mais utilizada para este fim. Ambientes munidos de tais tecnologias geram artefatos multimídia capazes de simular experiências de aula posteriores à sua realização e, com isso, cumprir as premissas das aplicações de UbiComp.

De acordo com Pimentel et al. (2001), a construção do conhecimento no âmbito educacional ocorre a partir de atividades realizadas por alunos e instrutores antes, durante e depois da sessão de aula. Atividades realizadas antes da aula englobam a produção do

conteúdo que será ministrado por parte dos instrutores, ao passo que os alunos devem buscar por informações preliminares sobre os temas que serão abordados e se preparar para a aula ao vivo. Durante a aula, o instrutor expõe as informações e apresenta o material preparado previamente, cabendo aos alunos complementar e enriquecer a experiência de aula por meio de questionamentos, anotações e discussões. Por fim, após a aula, é fundamental que os alunos debatam e discutam entre si e com a mediação do professor sobre os conceitos e conteúdos apresentados.

Todas as atividades pertencentes a esses momentos geram informações relevantes para a construção de conteúdo educacional e, com isso, a evolução da compreensão. O avanço contínuo do conhecimento a partir das diferentes atividades educativas forma a base do modelo de produção de conteúdo em espiral (Pimentel et al., 2001). No modelo, a espiral representa toda a informação produzida num espaço determinado (curso, disciplina, aula) e cada atividade pedagógica contribui para a formação de um novo ciclo. Dessa maneira, a partir das interações realizadas pelos instrutores e alunos a área da espiral é aumentada e, com isso, o conhecimento produzido é alavancado.

Aplicações que exploram o paradigma da *Web 2.0* são fortes candidatas a prover mecanismos de interação, troca de informações, extensão e classificação de conteúdo dentro de AEU's (Wan, 2010). Tais ferramentas mudam o paradigma tradicional de ensino, no qual o professor é a única entidade a prover conteúdo, emergindo para um cenário no qual os estudantes têm papel ativo e influente nos processos cognitivos dos membros das comunidades virtuais em que estão inseridos (Banday, 2012).

3. Modelo Social e Colaborativo para Extensão Multimídia

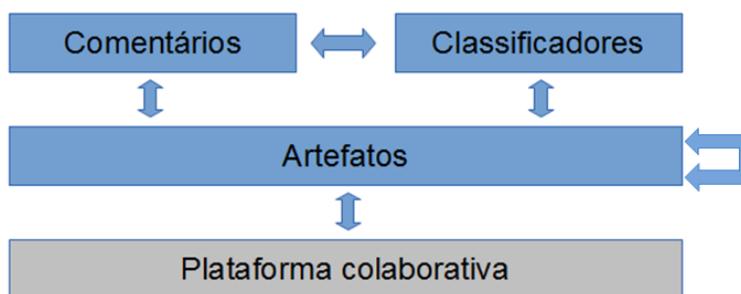
O modelo de extensão de conteúdo multimídia ora proposto objetiva apoiar a tarefa de associar e categorizar artefatos de mídia em ambientes *Web* de maneira simples e concisa. As estruturas pensadas para o modelo visam expandir e, ao mesmo tempo, classificar o conteúdo associado, utilizando uma abordagem centrada na inclusão de informações realizada pelos usuários. A partir do gerenciamento dessas informações, o modelo propicia a construção de parâmetros para hierarquizar artefatos digitais e, com isso, suportar a apresentação de conteúdo com métricas de recomendação e personalização.

A fundamentação teórica para a concepção deste modelo advém da Composição Hipermídia (Khan & Tao, 2001; Ismail, 2009), que é um modelo para construção de documentos multimídia no qual diferentes tipos de mídia podem ser associados, formando novos tipos de artefatos hipermídia com características próprias. No modelo proposto são definidos três tipos de mídia: o Artefato, o Comentário e o Classificador. O Artefato é o objeto principal da modelagem e faz referência ao conteúdo digital que será estendido com

as informações dos outros componentes. O Comentário faz referência às informações textuais que são associadas a Artefatos ou outros Comentários. Já o Classificador é a mídia responsável por agregar aceitação a outros componentes junto à população de usuários.

Além dos componentes, são definidas também regras de associação entre eles: a) um Artefato pode ser associado apenas a outros Artefatos; b) um Comentário pode ser associado a Artefatos ou Comentários e c) um Classificador pode ser associado a Artefatos ou Comentários, assumindo comportamentos específicos em cada componente. A Figura 1 ilustra a abstração do modelo colaborativo, na qual os retângulos representam os componentes e as setas indicam as relações internas entre eles, ou seja, os componentes que podem ser relacionados ou associados, conforme as regras estabelecidas. É possível perceber que há liberdade para associação entre os componentes do modelo, porém somente o Artefato possui a característica de associação recursiva, além de ser o único componente que se comunica diretamente com a plataforma colaborativa. As fontes de informação para produção dos componentes do módulo são denominadas entidades, e podem assumir dois valores distintos: Sistema Hospedeiro e Usuário. O produtor dos artefatos é o Sistema Hospedeiro, uma vez que a informação a ser estendida no modelo é uma entidade do sistema que utiliza a modelagem. A entidade Usuário é a fonte de informação para a construção dos comentários e dos classificadores. O fato dos comentários e classificadores serem criados por usuários que partilham de interesses comuns compete ao modelo o caráter social. Como as informações produzidas estendem o conteúdo já existente no modelo, o mesmo é colaborativo.

Figura 1 – Representação dos componentes do modelo de extensão e classificação multimídia.



Fonte: Adaptado de Mendonça et al. (2014)

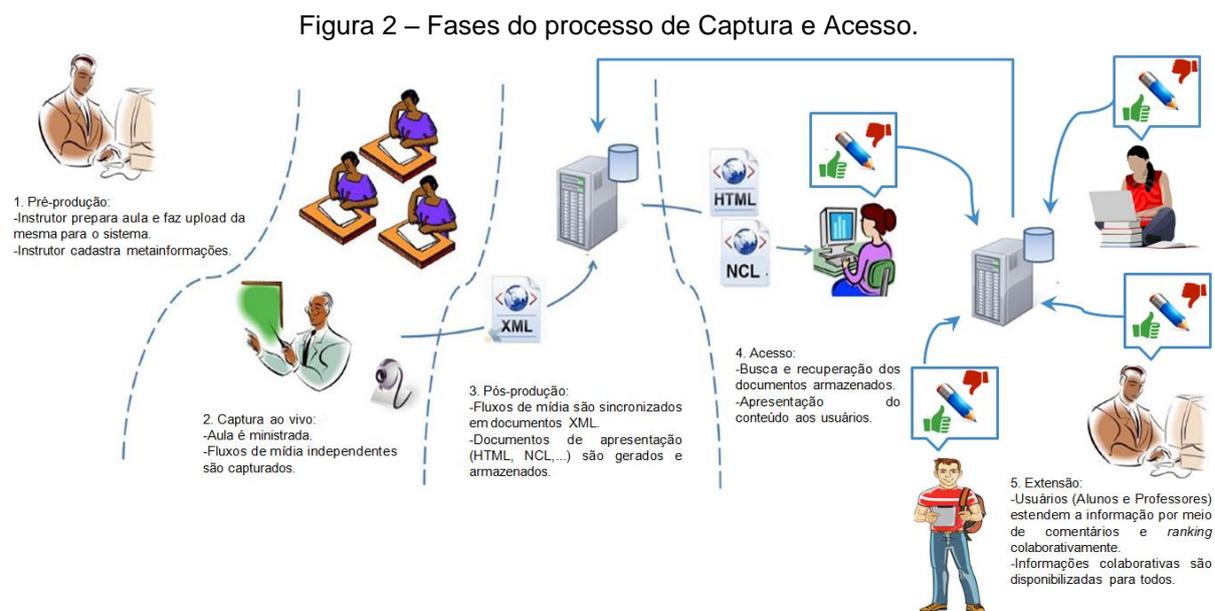
A partir disso, as relações entre os componentes deste modelo podem ser utilizadas como fonte de busca para entidades e componentes de sistemas que implementam requisitos de recomendação e personalização de conteúdo. Além do relacionamento natural entre os artefatos, as relações entre os componentes são parâmetros que podem auxiliar, por exemplo, na tomada de decisão de algoritmos de recomendação.

4. Estudo de Caso

Este trabalho explora o uso de tecnologias sociais e colaborativas em Ambientes Educacionais Ubíquos (AEUs). Para tal, como estudo de caso, funcionalidades foram integradas a um AEU real, construído para o registro de atividades acadêmicas e atualmente implantado na FACOM/UFU como ferramenta de apoio à educação.

4.1. Classroom eXperience

O Classroom eXperience (CX) (<http://cx.facom.ufu.br/>) (Ferreira et al., 2012; Araújo et al., 2013; Araújo et al., 2014) é um sistema de captura multimídia desenvolvido para registrar, armazenar e disponibilizar conteúdo multimídia de aulas capturadas em um ambiente instrumentado. Sincronizando fluxos de mídia advindos de dispositivos ubíquos, tais como lousa eletrônica, câmeras e projetores, o CX gera automaticamente documentos hipermídia que podem ser apresentados de diversas maneiras. Implementando todas as fases do modelo proposto por Truong & Hayes (2009) para estruturação das aplicações de C&A, o CX expande sua abrangência com a exploração da fase adicional de extensão de conteúdo (Pimentel et al., 2001). Desse modo, a plataforma executa cinco fases distintas e complementares, sendo elas: (1) pré-produção, que consiste na preparação do conteúdo para captura; (2) gravação ao vivo, em que fluxos de informação são capturados a partir de dispositivos espalhados pelo ambiente; (3) pós-produção, em que os fluxos capturados são sincronizados e integrados; (4) acesso, responsável por disponibilizar aos usuários o conteúdo capturado e (5) extensão, em que o conteúdo é enriquecido continuamente a cada interação feita pelos usuários que estão em contato com o sistema (Figura 2).



Fonte: Adaptado de Ferreira et al. (2012)

O CX apresenta as informações capturadas por meio de um *front-end Web*, no qual foi integrado o protótipo do modelo colaborativo proposto como um módulo fracamente acoplado, promovendo propriedades de extensibilidade e reuso. Dessa maneira, a disponibilidade do módulo em nada alterou o funcionamento da plataforma.

4.2. Implementação do Módulo Social e Colaborativo

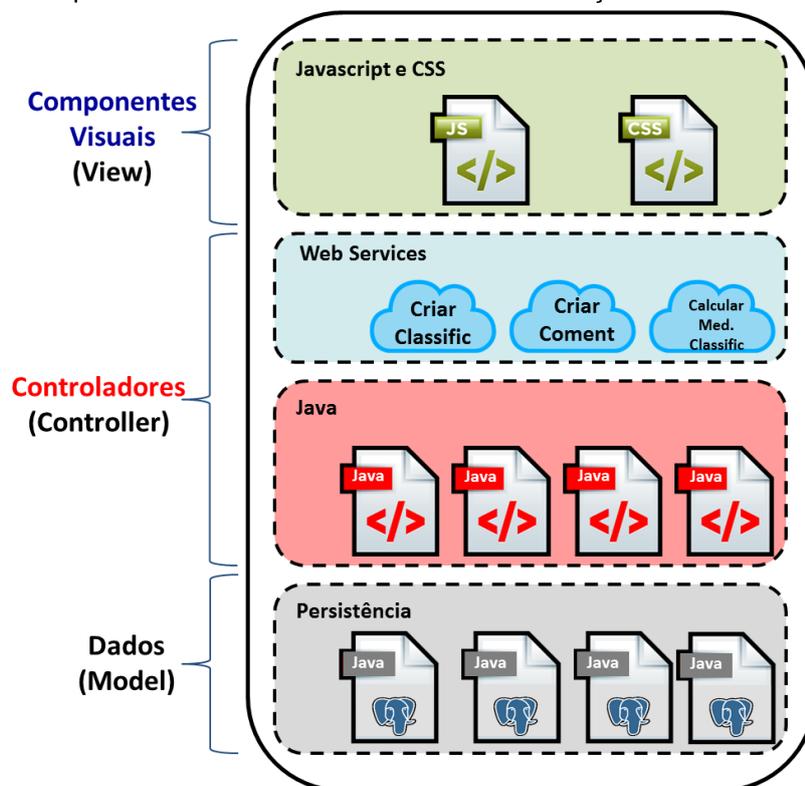
A construção da aplicação foi realizada utilizando o modelo social e colaborativo de extensão e associação entre artefatos de mídia proposto em Mendonça et al. (2014). O modelo é embasado nos conceitos de Composição Hipermídia (Khan & Tao, 2001; Ismail, 2009) e possibilita a existência de links entre artefatos de mídia que podem estar em diferentes formatos. No caso específico do CX, imagens que representam os *slides* das aulas, as próprias aulas ou qualquer outro artefato desejado. O sistema divide-se em dois módulos que se comunicam entre si: os Componentes Visuais, que são elementos de interface responsáveis por realizar as requisições de serviços advindas dos usuários e exibir os elementos gráficos da aplicação, e os Serviços *Web*, responsáveis por buscar e armazenar as informações do sistema. A modularização desta aplicação seguiu os princípios da abordagem *Domain-Driven Design*, que propõe a construção de funcionalidades relacionadas ao domínio da aplicação e independentes entre si (Silva Santos, 2015). Nesse sentido, a comunicação entre os módulos da aplicação colaborativa foi realizada por meio de serviços determinados (requisições e respostas).

O sistema colaborativo também utiliza o padrão de projeto Modelo-Visão-Controlador (MVC), no qual os Controladores são representados pela implementação dos serviços da plataforma e sua disponibilização como serviços *Web*, enquanto a Visão é composta pelos componentes visuais responsáveis pela exibição das informações. A abordagem é embasada no modelo em três camadas (*3-tier*). Dessa maneira, cada camada é funcional e independente, o que facilita sua manutenção e encapsula suas funcionalidades. A arquitetura de serviços e relacionamentos entre seus componentes pode ser observada na Figura 3, que evidencia cada componente do sistema e sua representação no modelo MVC.

A classificação dos *slides* das aulas foi realizada utilizando a abordagem de *ranking* por estrelas, comumente utilizada em plataformas *Web*. O módulo disponibiliza ainda um componente visual que exibe a média de *rankings* de cada *slide*. Essa abordagem traz diversos benefícios, pois ao realizar o *ranking*, os usuários mensuram a importância do conteúdo de cada *slide* e essas informações podem ser aproveitadas em diferentes níveis. No contexto individual dos usuários, essas informações podem ser parâmetros de

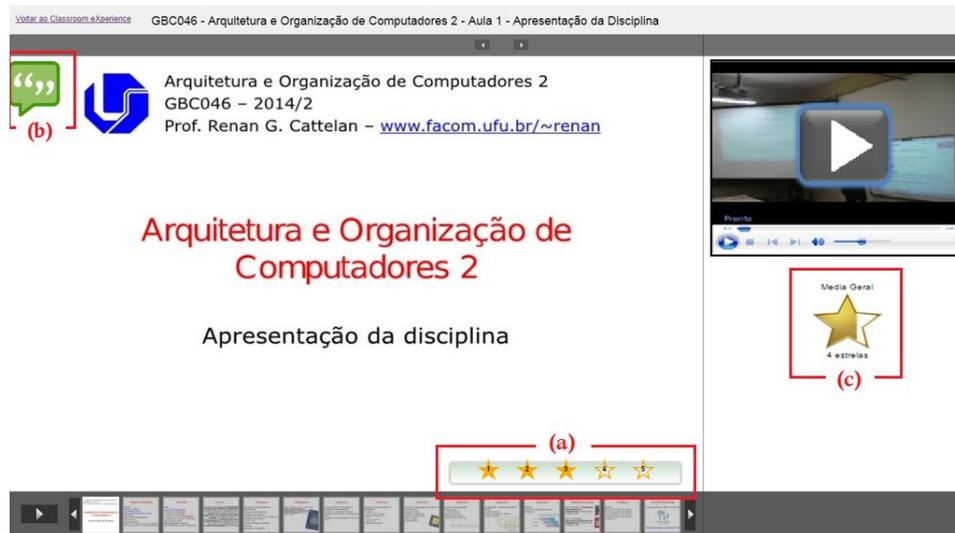
personalização para futuras consultas, já no âmbito da população de usuários, informações de classificação são importantes para hierarquização e recomendação de conteúdo.

Figura 3 – Arquitetura do modelo de extensão e classificação de conteúdo multimídia.



Fonte: Autores

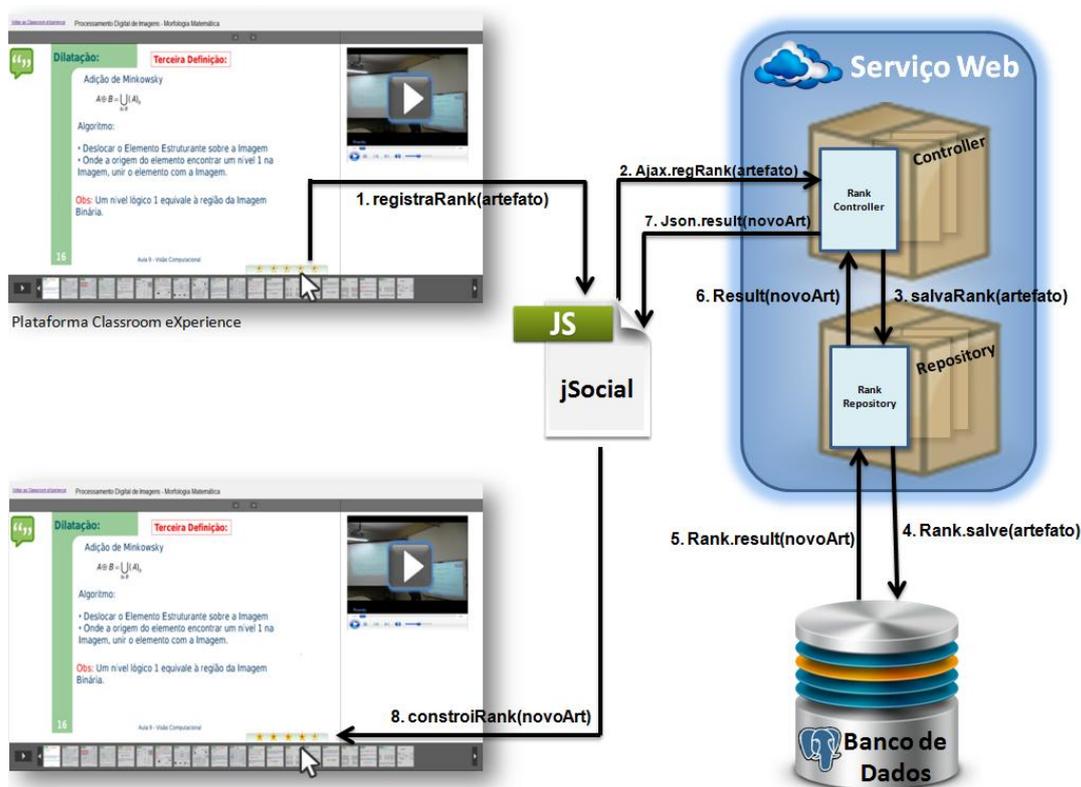
O módulo colaborativo também disponibiliza mecanismos de criação de comentários que podem ser associados aos *slides* das aulas e às disciplinas. A ideia é encorajar os usuários a contribuírem com as informações já existentes na plataforma e ajudar a estender e refinar o conteúdo. Os comentários são passíveis de réplica e classificação no intuito de incentivar o debate e mensurar a relevância dos comentários criados. No entanto, a classificação atribuída aos comentários segue uma abordagem diferente da utilizada nos *slides*. Para os comentários, a classificação utiliza a abordagem *thumbs-up/thumbs-down*, comum em redes sociais. A Figura 4 mostra a página de exibição de conteúdo no CX. É possível notar a existência do componente de exibição de vídeo no canto superior direito da imagem, os componentes colaborativos de classificação de *slides* (região "a") e criação de comentários (região "b"), o componente de informação da média de classificação (região "c"), além dos mecanismos de navegação entre os *slides*, na parte inferior da figura.

Figura 4 – Tela de exibição dos *slides* de aula no Classroom eXperience.

Fonte: Autores

De modo a ilustrar uma instância do serviço de inferência de *ranking* de *slides* do módulo colaborativo, a Figura 5 apresenta a relação entre os componentes da arquitetura do módulo e a sequência de passos necessários para a realização da tarefa. O processo é iniciado com a requisição do usuário para classificação de um *slide*. A página executa a função “registraRank” contida no arquivo *JavaScript* “jSocial.js”, passando os identificadores do *slide* como parâmetros (passo 1). O arquivo *JavaScript* do módulo, por meio de requisição *Ajax*, aciona o serviço *Web* de inclusão/alteração da informação de *ranking* de artefatos na base da aplicação (passo 2). O serviço *Web*, ao receber a requisição, realiza as operações necessárias para armazenar a classificação do artefato (passos 3 e 4) e retorna as informações do objeto classificado com as informações do artefato para o arquivo *JavaScript* no formato *JSON* (passos 5, 6 e 7). Por fim, o arquivo “jSocial.js” interpreta o retorno da requisição, acessa as folhas de estilos do módulo e constrói o componente de *ranking* com as informações colaborativas do *slide* no *front-end* do CX (passo 8).

Assim, as informações produzidas pelos usuários por meio do módulo colaborativo enriquecem o conteúdo digital, fomentando a aprendizagem coletiva e produzindo uma rede social constituída de alunos e professores. Como algumas informações individuais dos usuários são também armazenadas pelo módulo colaborativo, esse é capaz de gerar subsídios para requisitos de recomendação e personalização de conteúdo com base na população de usuários da plataforma, permitindo a utilização de estratégias de apresentação de conteúdo em diferentes níveis, seja individual ou coletivo.

Figura 5 – Modelo de requisição de *ranking* de slides.

Fonte: Mendonça et al. (2014)

5. Método de Validação do Modelo Social e Colaborativo

Para analisar o impacto da inclusão das funcionalidades sociais e colaborativas na plataforma CX e verificar sua aceitação pelos usuários, conduziu-se um experimento utilizando uma adaptação do Modelo de Aceitação de Tecnologia (TAM) (DAVIS, 1986), que visa compreender o processo de aceitação, por parte dos usuários, de tecnologias apoiadas por computador. O TAM é um modelo passível de adaptação a cada contexto de aplicação. Na literatura, são encontrados diversos trabalhos que realizam modificações e extensões deste modelo, com o intuito de adaptar suas premissas às abordagens propostas (Peris et al., 2013; Rauniar et al., 2014). Em função disso, a modificação dos quesitos presentes no modelo devem ser consideradas cuidadosamente, para que a efetividade da sua adoção seja garantida. Com base nessas assertivas, foi proposta a utilização do TAM em uma versão adaptada ao contexto deste trabalho para mensurar o impacto e a aceitação das funcionalidades sociais e colaborativas pelos usuários do CX e verificar quais fatores mais afetaram a intenção de uso das mesmas.

Duas dimensões originais do TAM, relativas a questões motivacionais como maneira de prever ações dos indivíduos, foram empregadas para esta pesquisa: a Percepção de

Utilidade (PU) e a Percepção de Facilidade de Uso (PFU) de novas tecnologias. A PU diz respeito ao grau que o indivíduo acredita que a utilização da nova tecnologia pode melhorar o seu desempenho ou experiência de uso. Já a PFU pode ser entendida como o nível de esforço que o indivíduo acredita ser necessário para fazer uso da nova tecnologia. A partir dessas dimensões e considerando o contexto de utilização da plataforma CX, foram elaboradas as seguintes hipóteses entre a PU, a PFU e a pretensão de uso da plataforma:

Hipótese 1 - A Percepção de Utilidade da plataforma CX e das funcionalidades colaborativas influencia diretamente a intenção de uso das mesmas pelos usuários;

Hipótese 2 - A Percepção de Facilidade de Uso da plataforma CX e das funcionalidades colaborativas influencia diretamente a intenção de uso das mesmas pelos usuários.

Com o intuito de aumentar a confiabilidade da análise e explorar fatores específicos desta aplicação, foram incluídas duas dimensões ao conjunto de critérios analisados: a Percepção de Atratividade (PA) e o Desempenho Acadêmico (DA). A PA é um quesito comumente encontrado em trabalhos que aplicam o modelo TAM em ambientes *Web*. Esse critério é entendido como o nível de atração que os componentes e funcionalidades das aplicações exercem nos usuários, e sua análise busca identificar o grau com que essa relação influencia o interesse no uso das plataformas. Em função disso, o critério PA foi incluído entre o conjunto de dimensões avaliadas e a seguinte hipótese foi analisada:

Hipótese 3 - A Percepção de Atratividade da plataforma CX e das funcionalidades colaborativas influencia diretamente a intenção de uso das mesmas pelos usuários. Por fim, como a adoção de tecnologias da informação no contexto educacional provê resultados positivos para alunos e professores, fomentando os processos de ensino/aprendizagem, a dimensão DA passou a compor o conjunto de critérios avaliados deste experimento e a seguinte hipótese, voltada para o contexto de uso da plataforma CX, foi formulada:

Hipótese 4 - O uso da plataforma CX e das funcionalidades colaborativas influencia o Desempenho Acadêmico dos usuários em contato com o sistema educacional.

Para investigar essas dimensões, foram utilizados questionários avaliativos e analisaram-se os registros de utilização da plataforma (*logs* de acesso) por alunos de quatro turmas de graduação: duas do bacharelado em Ciência da Computação e duas do bacharelado em Sistemas de Informação, ambas da FACOM/UFU, durante dois semestres letivos. O questionário foi desenvolvido de modo a obter as impressões dos usuários da plataforma ao fazerem uso das funcionalidades colaborativas. As afirmativas contidas no questionário foram pensadas de modo a explorar as dimensões avaliadas no modelo TAM adaptado. Com o intuito de assegurar que respostas levianas não influenciariam no resultado da pesquisa, foi utilizado o método de reversão e negação de afirmativas, uma

técnica de legitimação de respostas na qual as mesmas ideias são apresentadas em mais de uma afirmativa, sendo expostas aparentemente de maneira oposta, com o intuito de neutralizar respostas inconsistentes (Huang et al., 2011).

Para cada dimensão considerada, foram criadas duas afirmativas. Aplicando a técnica de negação, criou-se uma nova afirmativa com ideia oposta à primeira. Desse modo, o questionário foi composto por 16 afirmativas que apresentaram diferentes pontos de vista sobre a usabilidade do CX e das funcionalidades colaborativas, além do impacto dessas no contexto analisado. Disponibilizou-se, para cada afirmativa do questionário, uma escala *Likert* de cinco pontos com os possíveis graus de concordância que os usuários poderiam ter das afirmações, variando de “Discordo Totalmente” a “Concordo Totalmente”. A lista com as afirmativas utilizadas nos questionários é apresentada a seguir:

1. Gostei de poder classificar os *slides* por estrelas, expressando sua relevância.
2. Realizei acessos apenas em aulas específicas quando fiz uso do CX.
3. Achei que os comentários forneceram informações complementares ao conteúdo dos *slides*.
4. As informações de classificação dos *slides*, como a média geral de estrelas, foram mais úteis para estudar que os comentários.
5. A meu ver, as informações dos comentários e dos classificadores (estrelas) ajudaram na compreensão do conteúdo apresentado.
6. Achei a interface difícil de usar, sendo confuso criar comentários.
7. A classificação por estrelas era intuitiva e simples de se usar.
8. Não encontrei nos comentários informações que me ajudaram a entender o conteúdo dos *slides*.
9. Achei irrelevante poder classificar os *slides* com estrelas.
10. Visitei diferentes aulas cada vez que acessei o CX para estudos e revisões.
11. Para mim, os comentários não foram relevantes, nem ofereceram informação extra a dos *slides*.
12. Os comentários foram mais relevantes para as aulas do que a classificação dos *slides* (estrelas), na minha opinião.
13. Achei que as ferramentas de criação de comentários e classificação de *slides* (estrelas) não auxiliaram na minha aprendizagem.
14. A interação com a interface ficou boa, sendo fácil criar e ler os comentários.
15. A classificação por estrelas ficou confusa e achei difícil de usar.
16. Para mim, os comentários auxiliaram no entendimento do conteúdo da disciplina.

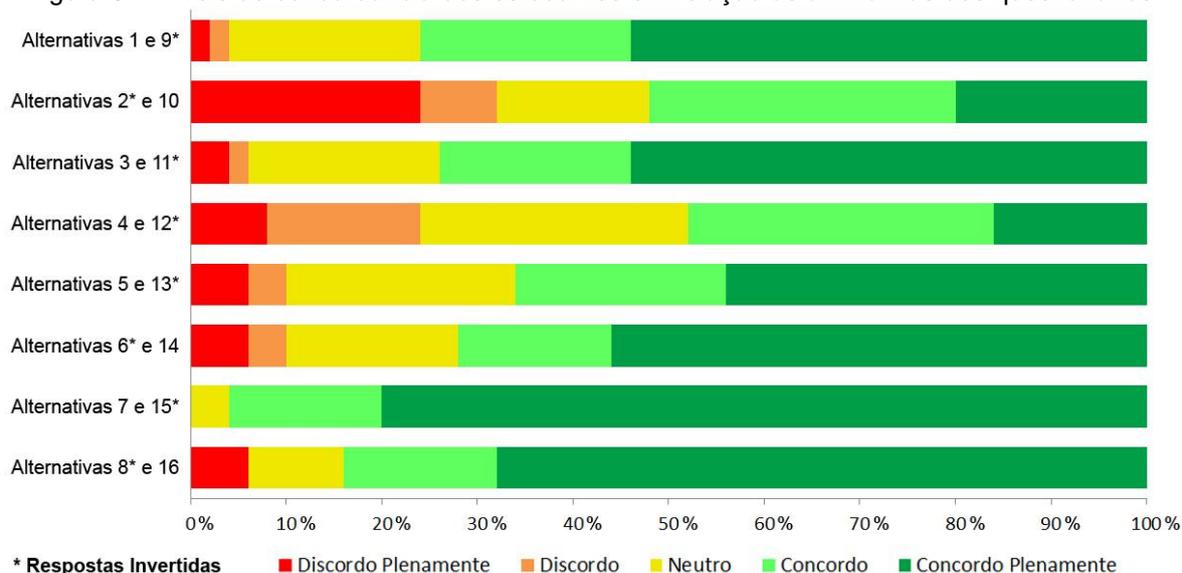
A relação entre as afirmativas do questionário e as dimensões do TAM seguiu a seguinte ordem: as afirmativas 1 e 10 versaram sobre pontos positivos da PA, enquanto as afirmativas 2 e 9 apresentaram ideias opostas a essas; as afirmativas 3 e 4 descreveram positivamente a PU, enquanto as afirmativas 11 e 12 negaram suas ideias; as afirmativas 5 e 16 consideraram o DA, sendo negadas pelas afirmativas 8 e 13; e, por fim, as afirmativas 7 e 14 falaram sobre a PFU, enquanto as afirmativas 6 e 15 foram seus pares opostos.

Foi disponibilizado também um campo para críticas e sugestões. Presumiu-se que essas respostas, além de ajudarem a mensurar o nível de satisfação da experiência dos usuários com a plataforma, indicariam pontos falhos a serem considerados para evoluções futuras do sistema. Além da aplicação dos questionários, foram analisados os registros (*logs*) de utilização da plataforma pelos usuários durante os semestres letivos. Desse modo, foram comparados os dados de acesso ao sistema de alunos que frequentaram as duas disciplinas que utilizaram o CX como ferramenta de apoio. Tais dados, em conjunto com as informações obtidas com a aplicação dos questionários, auxiliaram na realização das análises e discussões sobre a proposta deste trabalho.

6. Resultados e Discussões

No semestre em que as funcionalidades sociais e colaborativas foram disponibilizadas integralmente no CX, 54 alunos utilizaram-nas no decorrer do período letivo. Desses, 25 responderam aos questionários. Para cada par de afirmativas com a mesma ideia, esperou-se que os alunos respondessem com opiniões opostas, uma vez que essas apresentavam pontos de vista distintos sobre o mesmo conceito. Desse modo, a validação das afirmações foi realizada com a inversão do item que apresentava a ideia negativa de cada par e o cálculo dos resultados obtidos foi feito de maneira conjunta, a fim de confirmar ou anular as respostas de cada dimensão. Os resultados finais alcançados com a aplicação dessa técnica de legitimação podem ser observados na Figura 6, que apresenta os índices de concordância e discordância (em porcentagem) dos alunos em relação às afirmativas.

Figura 6 – Níveis de concordância dos estudantes em relação às afirmativas dos questionários.



De modo geral, os alunos mostraram-se de acordo com as ideias positivas apresentadas nos questionários. As afirmativas 1 e 10, que buscaram medir o nível de PA dos alunos com relação ao CX, apresentaram índices elevados de concordância, o que evidencia que os usuários acharam as funções presentes na plataforma atraentes e, dessa maneira, foram incentivados a navegar pelo sistema e acessar diferentes aulas. A maioria dos alunos que respondeu ao questionário também informou que a experiência de utilização do CX foi satisfatória, uma vez que este possui uma interface inteligível.

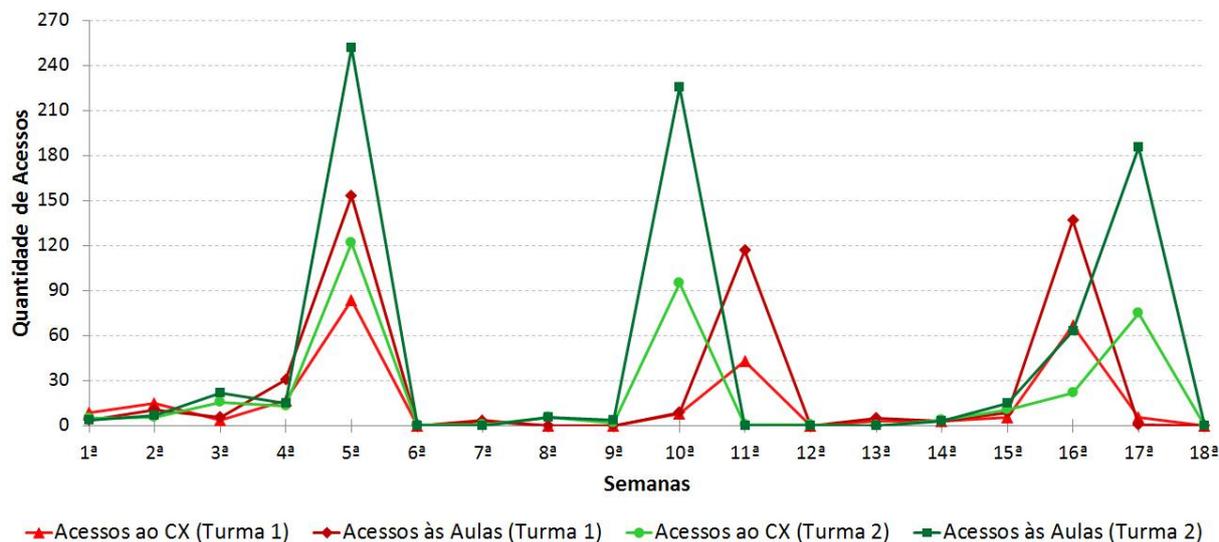
Também foi possível observar que os usuários julgaram as funcionalidades sociais e colaborativas como fonte de informações complementares que os auxiliaram a compreender o conteúdo apresentado em sala de aula. Esses fatos podem ser concluídos a partir da análise das respostas dos usuários às afirmativas 7 e 14, que versaram sobre a PFU dos usuários em relação à plataforma, e 5 e 16, que buscaram verificar se os alunos consideraram as funcionalidades colaborativas como maneiras de obtenção de conteúdo extra ao debatido em sala. Com relação à dimensão PU, a análise das afirmativas 3 e 4 revelou que os alunos reconheceram os componentes sociais e colaborativos como funcionalidades úteis no contexto de utilização da plataforma.

As respostas obtidas no espaço reservado para críticas e sugestões também foram analisadas. Observaram-se algumas críticas a respeito da indisponibilidade do sistema em alguns períodos e sobre a possibilidade do material disponibilizado ser extraído da plataforma para estudos *offline*. A indisponibilidade da plataforma é decorrente de eventuais instabilidades da infraestrutura de rede da universidade na qual foi realizada a pesquisa, fator que está além do alcance dos mantenedores da plataforma. Já as críticas referentes à disponibilização do material para *download* são comuns, porém fazem parte da adaptação dos alunos à abordagem do CX, que explora o dinamismo da UbiComp em detrimento aos modelos baseados em documentos estáticos. Além disso, os alunos apresentaram pareceres favoráveis sobre a proposta do módulo social e colaborativo, pontuando que a classificação dos *slides* e a criação de comentários mostraram-se de grande valia para a interação entre usuários e extensão de conteúdo com materiais didáticos para estudo.

Além dos questionários, também se observaram os dados de utilização do CX e das funcionalidades colaborativas (*logs* de acesso). Foram analisados os acessos de 4 turmas matriculadas em 2 disciplinas (A e B) que utilizaram a plataforma como ferramenta de apoio educacional. As turmas do 1º semestre letivo representaram o grupo de controle, enquanto as turmas do 2º semestre utilizaram o sistema com o módulo social integrado. Foram construídos gráficos que evidenciaram a evolução da quantidade de acessos semanais ao sistema e às aulas durante os semestres letivos para cada turma observada. Tais gráficos

podem ser visualizados na Figura 7, que exhibe a quantidade de acessos realizados pelas turmas que cursaram a disciplina A. As turmas que cursaram a disciplina B apresentaram níveis de acesso similares aos obtidos por esses alunos.

Figura 7 – Quantidade de acessos semanais das 2 turmas que cursaram a disciplina A.



Fonte: Autores

Os picos de acessos observados no gráfico ilustram as semanas nas quais houve avaliações. Nesses períodos, o CX recebeu quantidades maiores de acessos do que em outras semanas, algo que permite o entendimento de que os alunos empregaram o sistema para estudar para as provas. Além disso, a Turma 2 (que utilizou o CX com o módulo social integrado) teve picos de acessos que superaram os da primeira turma em mais de cem visitas às aulas em épocas de avaliações. Acredita-se, portanto, que os alunos que utilizaram o sistema com o módulo social sentiram-se mais estimulados a interagir com o conteúdo capturado, realizando diversas classificações e comentários nos *slides* a cada visita realizada na plataforma CX.

As notas dos discentes que fizeram parte das turmas analisadas também foram utilizadas para compreender se a inclusão de novas tecnologias ao CX trouxe, de fato, ganhos nos rendimentos dos alunos. Para a realização da análise, testes estatísticos foram realizados para reforçar se houve diferenças significativas entre os desempenhos dos alunos. Foram desconsideradas as notas de alunos que apresentaram, ao final dos semestres, rendimentos destoantes dos demonstrados em outros momentos dos mesmos períodos letivos. Entende-se que esses alunos apresentaram maiores possibilidades de terem se comportado de modo displicente ao final dos semestres, por já terem conseguido cumprir os requisitos mínimos necessários para aprovação nas disciplinas.

As amostras coletadas foram inicialmente submetidas ao teste de Shapiro-Wilk (SW) com o intuito de averiguar se os resíduos da variável observada seguiam a distribuição normal. Posteriormente, foi aplicado o teste de Levene nas amostras de turmas diferentes que cursaram a mesma disciplina para averiguar se havia homogeneidade de variâncias entre elas. Então, o teste t de Student foi utilizado para verificar se houve diferença significativa nas médias das notas dos alunos que cursaram a mesma disciplina em turmas diferentes. A Tabela 1 apresenta os resultados dos testes de SW, Levene e o t de Student realizados, bem como o desempenho das turmas analisadas.

Tabela 1 – Desempenho semestral de turmas de graduação quanto ao uso do CX sem e com o módulo social e colaborativo integrado.

Disciplina ¹	Turma	n	MS	$\bar{x} \pm s$	W (P)	F (P)
A	1	21	Ausente	78,85 ± 12,89 a	0,961 (0,533)	0,284 (0,597)
	2	34	Presente	80,19 ± 11,62 a	0,960 (0,231)	
B	1	23	Ausente	62,25 ± 22,70 a	0,939 (0,226)	5,827 (0,021)
	2	20	Presente	74,80 ± 15,02 b	0,933 (0,199)	

¹ Médias de turmas seguidas por letras distintas em cada disciplina diferem-se entre si pelo teste t de Student para amostras independentes a 0,05 de significância; n: Tamanho da amostra; MS: Módulo Social; $\bar{x} \pm s$: Média e desvio padrão; W: Estatística do teste de Shapiro-Wilk; F: Estatística do teste de Levene; (P): Probabilidades maiores que 0,05 indicam resíduos com distribuição normal e variâncias homogêneas para os testes de Shapiro-Wilk e Levene, respectivamente.

Fonte: Autores

Em todas as amostras analisadas foram observadas normalidades dos resíduos. Apenas para as turmas da disciplina B não foi encontrada homogeneidade de variâncias pelo teste de Levene, porém foram ajustados os graus de liberdade e, com isso, foi possível utilizar o teste t de Student para a comparação dessas amostras. Apesar das médias terem sido maiores nas turmas que utilizaram o módulo social em ambas as disciplinas, apenas entre os alunos que cursaram a disciplina B houve real aumento de desempenho. Para essa disciplina, além do aumento na média, houve diminuição no desvio padrão, o que permite perceber que os alunos passaram a estudar a partir de fontes comuns de informação, o que gerou maior nivelamento das notas obtidas.

Foram também analisadas as notas de alunos que tiveram contato parcial com as funcionalidades sociais e colaborativas do CX. O teste t de Student uniamostrais foi utilizado para a comparação entre as notas de alunos num mesmo semestre, pois as funcionalidades sociais e colaborativas haviam sido introduzidas no ambiente virtual do CX entre a 13^a e 14^a semanas do semestre avaliado. Desse modo, os alunos tiveram contato com as funcionalidades para estudar para as últimas avaliações que ocorreram entre a 16^a e a 17^a semanas do semestre. Para a realização do teste, subtraiu-se o desempenho obtido pelos

alunos no período em que não havia o módulo social do desempenho alcançado pelos mesmos estudantes quando as funcionalidades estavam disponíveis. O teste de SW foi aplicado a esses dados e as amostras apresentaram distribuição normal. Por fim, as amostras foram submetidas ao teste t e a Tabela 2 apresenta os resultados da análise feita nas turmas durante o mesmo semestre letivo.

Tabela 2 – Desempenho bimestral de turmas de graduação quanto ao uso parcial do módulo social e colaborativo do CX.

Disciplina ¹	n	Bimestre	MS	$\bar{x} \pm s$	$\bar{d} \pm s_d$	W (P)
A	21	1º	Ausente	39,42 ± 6,44 a	0,38 ± 8,27	0,979 (0,908)
		2º	Presente	39,80 ± 7,23 a		
B	23	1º	Ausente	30,92 ± 11,60 a	7,70 ± 13,46	0,985 (0,979)
		2º	Presente	38,62 ± 9,04 b		

¹ Médias bimestrais seguidas por letras distintas em cada disciplina/turma diferem-se entre si pelo teste t de Student uniamostrual a 0,05 de significância; n: Tamanho da amostra; Bimestre: Período do semestre letivo; MS: Módulo Social; $\bar{x} \pm s$: Média e desvio padrão; $\bar{d} \pm s_d$: Diferença média e desvio padrão da diferença; W: Estatística do teste de Shapiro-Wilk; (P): Probabilidades maiores que 0,05 indicam resíduos com distribuição normal para o teste de Shapiro-Wilk.

Fonte: Autores

A análise da Tabela 2 revelou que houve diferença apenas entre as notas dos alunos que cursaram a disciplina B. Com relação à disciplina A, mesmo também apresentando aumento na média, não foi percebida diferença significativa entre as notas. Desse modo, a análise das turmas tanto para uso integral quanto parcial das funcionalidades sociais e colaborativas do CX revelou que apenas os alunos que cursaram a disciplina B demonstraram aumento em seus desempenhos. Acredita-se que isso ocorreu em função de se tratar de uma disciplina matemática, na qual os recursos da infraestrutura do CX foram exaustivamente utilizados. A disciplina A lidava com aspectos voltados para quesitos práticos, nos quais a maioria das resoluções dos problemas demandava empenho prático superior ao conceitual, o que sugere que as características das disciplinas exercem influência no quão receptivo será o apoio oferecido aos usuários do CX.

Em suma, a partir da análise das respostas dos questionários aplicados aos usuários e a observação das informações de acesso ao CX e às aulas, foi possível verificar que a PU, PFU e PA dos estudantes foram positivas e consistentes. Quesitos como usabilidade, atratividade e aproveitamento foram evidenciados pelos alunos que fizeram uso da plataforma. Assim, foi possível constatar que o CX foi visto como uma ferramenta útil ao contexto educacional, que apresenta funcionalidades atraentes aos usuários e uma interface intuitiva. Dessa maneira, as Hipóteses 1, 2 e 3, propostas para validação das dimensões PU, PFU e PA, respectivamente, foram suportadas no contexto da plataforma CX.

A análise das notas dos alunos propiciou a compreensão de significativa melhora em seus desempenhos com a inclusão das funcionalidades colaborativas entre os alunos que cursaram a disciplina B. Nesse sentido, a Hipótese 4 do modelo foi suportada com ressalvas, uma vez que a melhora esperada para este quesito foi parcialmente constatada no contexto de aplicação da pesquisa. No entanto, mostrou-se positiva a análise sobre a influência que as características das disciplinas podem exercer frente ao apoio da tecnologia no contexto educacional. Esse fator evidencia que conjecturas relativas ao desempenho dos alunos devem contemplar quesitos que vão além apenas do emprego da tecnologia. Dessa maneira, a validação das diretrizes deste trabalho utilizando o modelo TAM se mostrou eficiente para a análise do impacto e da aceitação das funcionalidades sociais e colaborativas no CX. As adaptações realizadas no modelo para adequação ao contexto deste trabalho foram adequadas e geraram resultados satisfatórios.

7. Trabalhos Relacionados

Diversos trabalhos sobre a exploração do paradigma da UbiComp em ambientes educacionais são encontrados na literatura (Wan 2010; Banday 2012; Möller et al., 2013). A incorporação de tecnologias interativas no âmbito acadêmico abre portas para uma nova era de ensino e aprendizagem, derrubando barreiras que dificultavam a obtenção integral do conhecimento. Pesquisas típicas desta área versam sobre a exploração de recursos de recomendação (Sabitha & Mehrotra, 2012), personalização (Lopes et al., 2013; Möller et al., 2013) e adaptação (Araújo et al., 2013) de conteúdo educacional dentro de AEU's.

A aprendizagem colaborativa é uma metodologia focada no processo de obtenção do conhecimento por meio de interações sociais, e em ambientes virtuais isso não é diferente. Um objetivo comum entre as abordagens educacionais é fomentar nos alunos habilidades comunicativas e de trabalho em equipe (Mukherjee et al., 2014). O incentivo à resolução de problemas em grupo é um meio de se alcançar esses objetivos. Claros & Cobos (2013) versam sobre tal temática ao apresentarem o *Social Media Learning*, uma plataforma educacional com suporte à construção interativa de conteúdo multimídia. Desenvolvida com base numa metodologia voltada para suportar serviços de avaliação, gerenciamento de conteúdo educacional e autoria multimídia, a plataforma utiliza serviços e informações do *Facebook* e do *Youtube*, fornecendo informações de grupos que compõem seus recursos sociais e disponibilizando serviços de apresentação de vídeos. No entanto, a plataforma não disponibiliza mecanismos de hierarquização dos Objetos de Aprendizagem (OAs) criados e a apresentação do conteúdo não é realizada de maneira personalizada para os usuários, como acontece no CX.

Mukherjee et al. (2014) exploram o conceito de *Mobile Learning* ao proporem a utilização de uma infraestrutura *Mobile Ad hoc Network (MANET)* para a construção de um ambiente educacional colaborativo. A *MANET* é uma estrutura que suporta a conexão entre aparelhos móveis na qual os *peers* se comunicam diretamente entre si. No entanto, mesmo favorecendo a interação social e o debate, abordagens que consideram unicamente dispositivos móveis possuem limitações técnicas, como prejuízos relativos à visualização do conteúdo devido ao tamanho reduzido dos visores dos aparelhos. Além disso, a presente proposta também se diferencia quanto à obtenção e disponibilização de dados, uma vez que explora a *Web 2.0*, enquanto na *MANET* as informações trafegam em redes *ad hoc*.

Ainda no contexto de computação ubíqua móvel, Silva et al. (2013) apresentam uma abordagem contextual baseada em algoritmos genéticos para a recomendação de OAs. O contexto do usuário é caracterizado por informações acerca dos dispositivos móveis utilizados para acessar o conteúdo, tais como o horário de estudo do usuário e sua localização geográfica corrente. A afinidade do OA com o curso estudado e a quantidade de acessos realizados por outros estudantes também são contabilizadas no processo de recomendação. No entanto, a proposta de Silva et al. (2013) não contempla aspectos sociais e colaborativos e nem de extensão do conteúdo.

Na literatura, Chen et al. (2012) apresentam o *MyNote*, um sistema que incentiva a construção colaborativa do conhecimento ao permitir a criação e compartilhamento de anotações em artefatos multimídia em ambientes *Web 2.0*. A aplicação permite que as anotações sejam comentadas e classificadas com intuito de fomentar o debate e a troca de informações. A arquitetura do *MyNote* se assemelha a deste trabalho, uma vez que conta com componentes embarcados na plataforma hospedeira para requisitar serviços *Web* que executam suas tarefas. No entanto, o *MyNote* se diferencia na maneira de armazenar as informações, já que realiza uma cópia do código HTML da página com as anotações e grava, junto a essas informações, a URL da página e a hora em que foi realizado o cadastro das anotações, enquanto no CX as anotações são relacionadas ao artefato multimídia em si, independentemente da maneira de exibição dos mesmos.

Fan et al. (2010) desenvolveram uma plataforma *Web* com estrutura cliente-servidor que disponibiliza ferramentas de criação de anotações em imagens. O sistema permite que os usuários criem anotações de texto ou multimídia em áreas específicas das imagens, o que facilita a discussão e a análise de figuras e gráficos. Já Azouaou et al. (2013) criaram o *WebAnnot*, uma ferramenta *Web* para criação, categorização e compartilhamento de anotações *online*. Na abordagem, o modelo é baseado em ontologias e, dessa maneira, possui propriedades padronizadas, tais como atributos que permitem a busca e a

recomendação de anotações criadas de maneira manual ou semiautomática. No entanto, o *WebAnnot* não oferece suporte para classificação dos artefatos multimídia anotados, nem explora a hierarquização entre as anotações.

Um sistema colaborativo de UbiComp que auxilia na aprendizagem de componentes digitais em um curso de Introdução à Ciência da Computação é apresentado por Tseng et al. (2010). No trabalho, é adotado um método de ensino no qual os alunos podem ver e tocar os componentes dos computadores. Para auxiliá-los, foi desenvolvida uma plataforma que permite a obtenção de informações técnicas sobre os componentes estudados simplesmente posicionando a câmera de seus aparelhos móveis em códigos QR (*Quick Response*). O sistema também disponibiliza suporte e atividades de socialização advindas de outros usuários que estão estudando os mesmos componentes por meio de um *chat*. Entretanto, Tseng et al. (2010) não empregaram mecanismos que possibilitam classificar o conteúdo disponibilizado aos alunos, como é o caso do CX.

O trabalho de Barbosa et al. (2007) apresenta um ambiente ubíquo de educação chamado *LOCAL* (LOcation and Context Aware Learning). Neste sistema, as características dos estudantes são consideradas, com o intuito de apresentar o conteúdo de maneira personalizada, e o perfil do usuário é composto por uma série de informações persistentes – tais como contato, preferências e interesses – e contextuais – como localização, relacionamentos, desempenho e segurança. Utilizando essas informações, os OAs passam a ser disponibilizados nos dispositivos móveis dos estudantes e o sistema também permite a interação entre os usuários, gerando metadados para a recomendação de conteúdo baseada em interesses similares e complementares.

Ferreira et al. (2013) apresentam um modelo de recomendação ubíqua de OAs para grupos de estudantes, chamado *UbiGroup*. Tal modelo também considera o perfil dos estudantes e o contexto no qual estão inseridos, sendo composto por cinco agentes de *software* responsáveis pelo processo de recomendação. O contexto do usuário contém informações de localização, atividade, grupo e tempo, ao passo que o processo de recomendação considera as avaliações realizadas pelos estudantes de cada grupo (perfis similares) acerca dos conteúdos apresentados nos períodos letivos. Embora realize tais atividades, o *UbiGroup* não contempla o enriquecimento do conteúdo já existente no sistema por meio de anotações colaborativas dos usuários, uma característica existente na abordagem proposta neste trabalho.

Morgado et al. (2012) apresentam uma metodologia para a categorização e classificação de OAs considerando as competências e habilidades dos alunos. Dessa maneira, é possível apresentar a usuários com habilidades diferentes, OAs adaptados às

suas características. Todavia, a inferência da categorização é realizada pelo professor, fazendo com que o fator colaborativo da classificação não seja explorado, ao contrário da proposta do presente trabalho. Já Lin & Hwang (2012) apresentam um sistema de categorização de informação educacional que classifica recursos enviados por alunos em formato padronizado *Learning Object Metadata*. O sistema utiliza abordagens de mineração de texto a partir de árvores de ontologia e classificação por meio de algoritmos que verificam similaridades. Como tal abordagem é voltada a recursos em formato de texto, não se mostra evidente sua eficiência na classificação de artefatos multimídia. Além disso, a classificação de conteúdo apresentada por Lin & Hwang (2012) é realizada automaticamente, enquanto a proposta ora apresentada explora a classificação colaborativa realizada pelos usuários.

Foll et al. (2006) desenvolveram um *framework* conceitual para a construção de aplicações de classificação e gerenciamento de conteúdo multimídia a partir de atividades sociais e colaborativas. O *framework* especifica quesitos como gerenciamento de conteúdo, colaboração, personalização e recomendação com base em contextos e atividades sociais. Sua aplicação é realizada por meio da implementação da *Online Community Life* (OCL), um *blog* que possibilita a distribuição do conteúdo multimídia em comunidades gerenciadas por plataforma ubíquas. O *blog* provê integração com diferentes plataformas ao disponibilizar serviços *Web* de busca das informações dos usuários. Porém, essa abordagem não contempla mecanismos que possibilitem aos usuários a criação e o gerenciamento de suas informações sociais e colaborativas dentro das plataformas ubíquas que fazem integração com a OCL. A indisponibilidade dessa integração pode gerar esforço extra da parte dos usuários e, desse modo, prejudicar a satisfação de uso da plataforma.

De modo a sintetizar e melhor ilustrar as informações apresentadas nesta seção, a Tabela 3 apresenta os trabalhos que se relacionam diretamente com a abordagem deste trabalho. Para fins de comparação, foi realizada uma análise baseada nos principais quesitos suportados pelo modelo social e colaborativo proposto. Deste modo, foram evidenciados os seguintes critérios para avaliação: (a) suporte à extensão de artefatos multimídia; (b) suporte à classificação de artefatos multimídia; (c) suporte à colaboração (compartilhamento e discussão) entre usuários; (d) suporte à hierarquização de artefatos e (e) suporte à personalização a partir de atividades individuais ou colaborativas. Para cada um dos critérios, três níveis de conformidade foram determinados: um círculo não preenchido (○) para trabalhos que não contemplam o critério avaliado; um círculo preenchido pela metade (◐) para trabalhos que o contemplam parcialmente e um círculo totalmente preenchido (●) para os trabalhos que compreendem o critério estabelecido.

Tabela 3 – Tabela comparativa entre os trabalhos relacionados.

Trabalhos	(a)	(b)	(c)	(d)	(e)
(Barbosa et al., 2007)	○	○	●	○	●
(Claros & Cobos, 2013)	●	○	●	○	○
(Ferreira et al., 2013)	○	○	◐	○	●
(Silva et al., 2013)	○	○	○	○	●
(Mukherjee et al., 2014)	○	◐	●	○	○
(Chen et al., 2012)	○	◐	●	◐	○
(Fan et al., 2010)	●	◐	●	◐	○
(Azouaou et al., 2013)	●	◐	●	○	◐
(Tseng et al., 2010)	◐	○	●	○	○
(Morgado et al., 2012)	○	●	○	●	●
(Lin & Hwang, 2012)	○	●	○	○	○
(Foll et al., 2006)	◐	●	●	◐	●
Este trabalho	●	●	●	●	●

Fonte: Autores

Algumas abordagens têm seu foco voltado à extensão de conteúdo multimídia, enquanto outras se aprofundam na classificação desses artefatos. A autoria colaborativa também é levada em conta na maioria dos trabalhos encontrados como maneira de incentivar o construtivismo coletivo e melhorar os resultados perante a satisfação dos usuários. No entanto, a abordagem proposta neste trabalho se diferencia de todas por apresentar um modelo genérico para as anotações e seus tipos e relacionamentos, além de considerar requisitos de extensão e classificação (*ranking*) de conteúdo, com suporte à hierarquização em diferentes níveis e empregando atividades sociais e colaborativas como maneira de prover o enriquecimento de artefatos multimídia.

8. Conclusões

A abordagem discutida neste trabalho buscou explorar funcionalidades sociais e colaborativas dentro de AEU's em contextos reais. Para isso, foi desenvolvido um modelo de arquitetura de *software* capaz de suportar atividades colaborativas de extensão e enriquecimento de conteúdo digital por meio de anotações e classificação (*ranking*) de conteúdo. A arquitetura também se mostrou capaz de fornecer subsídios para a recomendação e personalização da informação. Baseado no modelo proposto, foi implementado um sistema colaborativo para a criação de anotações e classificação de conteúdo multimídia. Como estudo de caso, o sistema colaborativo proposto foi acoplado e

integrado à plataforma Classroom eXperience (CX) como módulo complementar. A validação da proposta foi realizada com o emprego do modelo TAM adaptado ao contexto educacional investigado neste trabalho.

O experimento consistiu na aplicação de questionários para obtenção das impressões de usuários, análises de *logs* de acesso à plataforma e estudo das notas dos alunos envolvidos na pesquisa. Resultados revelaram que as funcionalidades disponibilizadas pelo módulo colaborativo foram bem aceitas e trouxeram benefícios aos usuários, tais como melhorias nos níveis de acesso ao sistema e nos rendimentos finais dos alunos. Os critérios criados para a validação desta proposta foram centrados nos dados de utilização da plataforma, na análise do desempenho de alunos e nas informações obtidas por meio de questionários, que visaram mensurar a percepção dos usuários quanto a quesitos de utilidade, usabilidade e atratividade do sistema. Por meio da análise, constatou-se que as funções disponibilizadas pelas funcionalidades sociais incentivaram o uso do CX e fomentaram a aprendizagem colaborativa entre alunos, representando um importante recurso para obtenção de conteúdo extra além do discutido em sala de aula.

A adaptação do modelo TAM se mostrou adequada para a validação desta proposta. Os resultados obtidos foram satisfatórios e demonstraram que as funcionalidades disponibilizadas pelo módulo social no CX foram bem aceitas e trouxeram incrementos funcionais relevantes para a plataforma educacional. Desse modo, é possível concluir que a proposta de inclusão de ferramentas de cunho social e colaborativo na plataforma CX foi suportada e mostrou-se válida para os estudantes investigados no presente trabalho.

Entretanto, como a validação dessas ferramentas limitou-se a alunos de cursos de graduação em Ciência da Computação e Sistemas de Informação, admite-se que exista a possibilidade de tais estudantes apresentarem uma maior predisposição a aceitarem novas tecnologias do que os alunos de áreas adversas. Tal hipótese leva à necessidade de se aumentar a amostra aqui analisada e repetir a investigação num escopo interdisciplinar, de modo a ser possível obter resultados em eixos tecnológicos diversificados e alcançar maiores convicções sobre a relevância de se desenvolver e estudar módulos que suportam recursos sociais e colaborativos em sistemas educacionais.

Também como trabalhos futuros, pretende-se inserir e investigar elementos de gamificação na plataforma educacional CX, de modo a empregá-los como abordagens complementares para aumentar a motivação dos estudantes quanto à utilização do sistema. Além disso, as informações sociais obtidas por meio do modelo ora proposto também serão utilizadas como parâmetros de entrada para a recomendação e personalização do conteúdo

capturado, permitindo a realização de ajustes nos modelos dos estudantes sob análise e refinando, inclusive, seus Estilos de Aprendizagem.

Por fim, acredita-se que a exploração das premissas da UbiComp no campo acadêmico se mantém como uma potencial alternativa para refinar processos de ensino e aprendizagem, uma vez que visa auxiliar, de maneira não intrusiva, os envolvidos por meio de tecnologias aplicadas. Tais abordagens vão de encontro à construção de ambientes nos quais o mundo real e o virtual se misturam, almejando fornecer suporte aos processos de uso da tecnologia da informação.

9. Agradecimentos

Os autores gostariam de agradecer às agências brasileiras de pesquisa FAPEMIG, CAPES e CNPq e ao PET/SESu/MEC o apoio concedido a este trabalho.

10. Referências

Araújo, R. D. et al. **Personalization of Interactive Digital Media in Ubiquitous Educational Environments**. IEEE International Conference on Systems, Man, and Cybernetics, 2013.

Araújo, R. D. et al. **Autoria automática de objetos de aprendizagem a partir de captura multimídia e associação a estilos de aprendizagem**. Simpósio Brasileiro de Informática na Educação, 2014.

Azouaou, F. et al. WebAnnot: a learner's dedicated web-based annotation tool. **International Journal of Technology Enhanced Learning**, v. 5(1), p. 56-84. 2013.

Banday, M. T. **e-Learning, Web 2.0 and beyond**. IEEE International Conference on Digital Information Processing and Communications, 2012.

Barbosa, J. et al. Computação Móvel e Ubíqua no Contexto de Uma Graduação de Referência. **Revista Brasileira de Informática na Educação**, v. 15(3), p. 53–65, 2007.

Chen, Y.-C. et al. Development and evaluation of a Web 2.0 annotation system as a learning tool in an e-learning environment. **Computers & Education**, v. 58(4), p. 1094–1105, 2012.

Claros, I. & Cobos, R. **Social Media Learning: An approach for composition of multimedia interactive object in a collaborative learning environment**. IEEE International Conference on Computer Supported Cooperative Work in Design, 2013.

Davis, F. D. **A technology acceptance model for empirically testing new end-user information systems : theory and results**. Tese de Doutorado. Massachusetts Institute of Technology, 1986.

Fan, P.-L. et al. **An Online Collaborative Learning Platform with Annotation on Figures**. IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies, 2010.

Ferreira, H. N. M. et al. **Classroom Experience: A Platform for Multimedia Capture and Access in Instrumented Educational Environments**. Brazilian Symposium on Collaborative Systems, 2012.

Ferreira, G. L. et al. **Um Modelo de Recomendação Ubíqua de Conteúdo para Grupos de Aprendizes**. Simpósio Brasileiro de Informática na Educação, 2013.

Foll, S. et al. **Classifying Multimedia Resources Using Social Relationships**. IEEE International Symposium on Multimedia, 2006.

Gartner. **Gartner Says Worldwide Traditional PC, Tablet, Ultramobile and Mobile Phone Shipments On Pace to Grow 7.6 Percent in 2014**. Disponível em: <<http://www.gartner.com/newsroom/id/2645115>>. Acesso em: jun. 2015.

Huang, J. L. et al. Detecting and Deterring Insufficient Effort Responding to Surveys. **Journal of Business and Psychology**, v. 27(1), p. 99–114, 2011.

Ismail, L. S. **Extensible multimedia document player**. International Conference on Computer Engineering & Systems, 2009

Khan, J. I. & Tao, Q. **Prefetch scheduling for composite hypermedia**. IEEE International Conference on Communications, 2001.

Kostakos, V. & Ferreira, D. The Rise of Ubiquitous Instrumentation. **Frontiers in ICT**, v. 2, 2015.

Lin, J.-L. & Hwang, K.-S. **An automatic classification system of online E-learning resources**. International Conference on System Science and Engineering, 2012.

Lopes, J. et al. **Towards a distributed architecture for context-aware mobile applications in UbiComp**. Brazilian Symposium on Multimedia and the web, 2013.

Mendonça, I. E. S. et al. **Explorando Funcionalidades Sociais e Colaborativas em Ambientes Educacionais Ubíquos**. Simpósio Brasileiro de Informática na Educação, 2014.

Möller, D. P. F. et al. **Ubiquitous learning: teaching modeling and simulation with technology**. Grand Challenges on Modeling and Simulation Conference, 2013.

Morgado, E. M. et al. **Learning Objects classification for competency-based skills**. International Symposium on Computers in Education, 2012.

Mukherjee, S. et al. **Challenges of establishing a collaborative learning environment using MANET**. International Conference on Business and Information Management, 2014.

Peris, M. et al. **Acceptance of Professional Web 2.0 Platforms in Regional SME Networks: An Evaluation Based on the Unified Theory of Acceptance and Use of Technology**. Hawaii International Conference on System Sciences, 2013.

Pimentel, M. da G. et al. Supporting Educational Activities through Dynamic Web Interfaces. **Interacting with Computers**, v. 13(3), p. 353–374, 2001.

Rauniar, R. et al. Technology acceptance model (TAM) and social media usage: an empirical study on Facebook. **Journal of Enterprise Information Management**, v. 27(1), p. 6–30, 2014.

Sabitha, A. S. & Mehrotra, D. **User Centric Retrieval of Learning Objects in LMS**. International Conference on Computer and Communication Technology, 2012.

Settle, A. et al. **Does lecture capture make a difference for students in traditional classrooms**. Conference on Innovation and technology in computer science education, 2011.

Silva, L. C. et al. MobiLE: Um Ambiente Multiagente de Aprendizagem Móvel Baseado em Algoritmo Genético para Apoiar a Aprendizagem Ubíqua. **Revista Brasileira de Informática na Educação**, v. 21(1), p. 62–75, 2013.

Silva Santos, E. C. et al. **A Study of Test Techniques for Integration with Domain Driven Design**. International Conference on Information Technology - New Generations (ITNG), p. 373–378, 2015.

Truong, K. N. & Hayes, G. R. Ubiquitous Computing for Capture and Access. **Foundations and Trends in Human–Computer Interaction**, v. 2(2), p. 95–171, 2009.

Tseng, J. C. R. et al. **A Collaborative Ubiquitous Learning Approach for Conducting Personal Computer-Assembling Activities**. International Conference on Advanced Learning Technologies, 2010.

Wan, L. **Application of web 2.0 technologies in e-learning context**. International Conference on Networking and Digital Society, 2010.

Weiser, M. The Computer for the 21st Century. **Scientific American**, v. 265(3), p. 94–104, 1991.