

# A Context-Aware Platform For Personalized Content Delivery In Educational Environments

Victoria Ribeiro Rodrigues  
victoria.ribeirorodrigues@gmail.com  
CEFET/RJ Campus Petrópolis

Raquel Barreto  
raquelbarretomr@gmail.com  
CEFET/RJ Campus Petrópolis

André Felipe de A. Monteiro  
andre.monteiro@cefet-rj.br  
CEFET/RJ Campus Petrópolis

## ABSTRACT

In most educational environments, the process of communication with students is performed on ad hoc basis, with low standardization and few interaction. However, a more dynamic communication is demanded by the young profile of most students. In this way, mobile devices are an efficient and flexible channel to reach this public. In this scenario, we present a context-aware platform to provide the distribution of educational content using a sensitive model context based on the users location. Thus, the platform can satisfy the specific demands informed by the user, and also respond to the current context, delivering personalized content according to the users location. Moreover, this is a multidisciplinary project, involving students in the role of users and also as collaborators for modeling, development and testing of the platform.

## KEYWORDS

web systems, mobile and context aware computing, education tools

## 1 INTRODUÇÃO

O processo de comunicação entre o público interno em ambientes educacionais (professores, técnicos administrativos, alunos, colaboradores, etc.) é realizado em geral de forma *ad hoc*, onde diversas plataformas heterogêneas de comunicação são utilizadas de acordo com a conveniência dos envolvidos. Assim, podemos observar o uso de *e-mails*, páginas pessoais de professores e instituições, grupos fechados em redes sociais, dentre outras alternativas, para implementar um canal de comunicação em ambientes educacionais.

Entretanto, com o avanço tecnológico e novas plataformas de comunicação disponíveis como *smartphones*, por exemplo, o processo de comunicação entre professores e alunos necessita ser dinâmico e eficiente, de forma a complementar o conteúdo apresentado e discutido em sala de aula. Sob a perspectiva dos alunos, há um ambiente heterogêneo de comunicação, visto que cada professor pode optar por um canal diferente. Este cenário pode acarretar em eventuais falhas de comunicação e desinteresse dos alunos em obter conteúdo educacional, como material didático complementar, listas de exercício, etc., conforme analisado em [10].

Para contornar este gargalo de comunicação em ambientes educacionais, apresentamos uma plataforma sensível a contexto para distribuição de conteúdo utilizando a rede de dados em malha sem fio da instituição de ensino. A plataforma permite que os alunos recebam conteúdo de seus professores, ou até mesmo comunicações institucionais de departamentos e setores, como biblioteca, laboratórios, etc., por meio de dispositivos móveis (*smartphones* e

*tablets*) utilizando um App que considera o contexto do usuário. Assim, é viabilizada a entrega de conteúdo selecionado diretamente pelo usuário, e também conteúdo relacionado ao contexto atual do mesmo e personalizado de acordo com a sua localização.

Diversos trabalhos presentes na literatura abordam a implementação de uma plataforma para compartilhamento de conteúdo educacional. Em [6] é proposto um sistema para correção *online* de listas de exercício enviadas pelos professores de disciplinas através dos dispositivos móveis de alunos. Em [2] é apresentada uma plataforma para colaboração entre alunos, que trocam informações e experiências sobre as atividades designadas pelos professores. Em geral, as disciplinas relacionadas à área de Programação são as mais frequentes na utilização de ambientes complementares para auxiliar o processo de aprendizagem. Em [3] e [8] um ambiente de jogos é utilizado para complementar o conteúdo destinado a disciplinas introdutórias de Programação. Já os trabalhos presentes em [7] e [9] não abordam o aspecto da *gamificação*, mas também apresentam ferramentas para apoiar ações educacionais.

Apesar de possuir características comuns com as plataformas mencionadas, a solução proposta neste presente trabalho introduz o conceito de aplicação sensível a contexto em função da localização do usuário, conforme abordagem similar observada em [11]. Assim, a plataforma apresentada viabiliza a entrega automática de conteúdo de acordo com a localização dos alunos no *campus* da instituição de ensino. Com isso, priorizamos o envio de um conteúdo mais seletivo e representativo sob o ponto de vista do usuário, uma diretriz cada vez mais explorada por aplicações conforme descrito em [1]. Desta forma, evita-se um processo de saturação de conteúdo e informações que poderiam prejudicar a usabilidade da plataforma e a expansão da mesma para novos usuários.

Além disso, a plataforma proposta também se mostra um ambiente multidisciplinar de aprendizado, com aplicação de diversas áreas da Computação como: Redes, Programação, Sistemas Distribuídos, Computação Móvel, etc. Essas áreas necessitam se relacionar de forma integrada e consistente para viabilizar a implementação da plataforma, oferecendo assim um ambiente integrador para aplicação prática de conhecimento dos alunos de cursos de graduação na área de Computação. Neste projeto, os alunos participam como usuários finais da plataforma, ou em conjunto com professores nos processos de modelagem, implementação e teste, por meio de atividades de iniciação científica e extensão universitária. A seguir apresentamos os detalhes da plataforma proposta.

## 2 A PLATAFORMA PROPOSTA

A plataforma proposta utiliza uma infraestrutura de comunicação baseada em uma rede de dados em malha sem fio (*wireless mesh networks*). A utilização desse tipo de rede para prover acesso à *internet* em locais públicos ou privados mostra-se uma solução eficiente

quando há necessidade de cobertura de uma área geograficamente grande. Os roteadores presentes na rede em malha têm duas funções básicas: (i) encaminhar tráfego para os outros roteadores que fazem parte da rota de destino e (ii) receber e encaminhar tráfego para os nós clientes (dispositivos móveis de usuários). Nos dias atuais, muitas universidades e ambientes educacionais utilizam esse tipo de rede para interligar prédios de seus *campi* e prover acesso à *internet* para seus alunos e colaboradores, além de a utilizarem como uma robusta plataforma de teste e pesquisa.

A rede em malha sem fio permite que aplicações destinadas a dispositivos móveis utilizem a localização do roteador de acesso para prover conteúdo específico destinado àquele local. Ou seja, conhecendo o local de onde o usuário faz o acesso à rede em malha sem fio, é possível personalizar o comportamento de uma aplicação para que ela se adeque ao contexto desse usuário, permitindo o envio de conteúdo específico e personalizado ao mesmo, conforme indicado na Fig 1. A título de exemplo, considere um usuário utilizando seu dispositivo móvel (*smartphone*, *tablet* ou *notebook*) e conectado à rede em malha a partir do roteador *A* que está instalado ao lado da biblioteca do campus. Este usuário pode receber em seu dispositivo informações relacionadas à biblioteca, como horário de funcionamento, últimos livros adicionados no catálogo, quantidade de mesas livres para estudo, etc. Da mesma forma, caso este mesmo usuário se desloque para o prédio onde está situado o laboratório de programação, que é atendido na rede em malha pelo roteador *B*, as informações enviadas serão outras, como horário de aulas naquele ambiente, recados, quantidade de computadores disponíveis, etc.

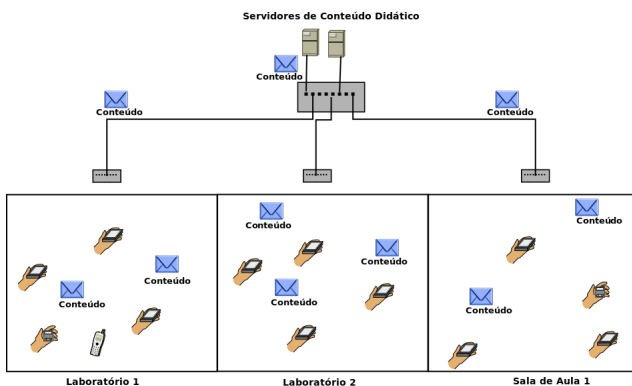


Figura 1: Arquitetura da rede em malha sem fio

O processo de envio de conteúdo utiliza uma arquitetura REST (REpresentational State Transfer) baseada no modelo cliente-servidor, e possui três componentes básicos conforme apresentado na Fig. 2. O primeiro consiste em uma Interface HTML onde professores e funcionários podem inserir conteúdo, optando pelas opções de recados, listas de exercício ou material de disciplina. Caso um recado seja inserido, o texto e os meta-dados de controle (nome da disciplina, data, etc.) são convertidos em formato JSON e enviados ao Servidor Web. Se o conteúdo inserido for um arquivo PDF, ele é enviado ao Servidor Web sem necessidade de conversão.

O Servidor Web é o segundo componente da arquitetura, e é responsável por armazenar o conteúdo enviado pela Interface

HTML, e persisti-lo em um banco de dados SQL. O Servidor Web busca em sua base de dados arquivos PDF (para listas de exercícios e materiais de disciplinas) ou confecciona a resposta no formato JSON com os recados extraídos da base de dados para atender às requisições HTTP (*HyperText Transfer Protocol*) oriundas do App, terceiro componente da arquitetura, e utilizado pelos alunos para receber o conteúdo personalizado em função da localização.

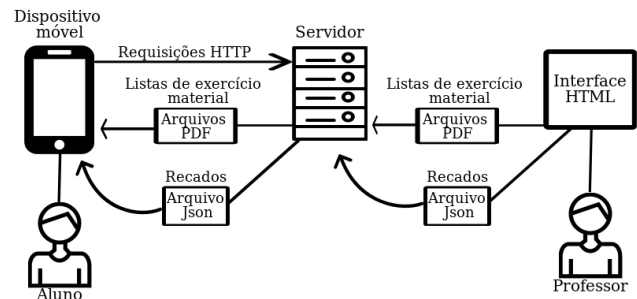


Figura 2: Arquitetura da plataforma de conteúdo proposta

Para personalização do conteúdo a ser enviado para o usuário, a plataforma identifica a localização do mesmo na rede em malha sem fio. Para este fim, o App captura periodicamente o IP do roteador de acesso atual, e inclui essa informação como parâmetro nas requisições HTTP enviadas ao Servidor Web. Uma nova requisição HTTP é sempre enviada quando um novo roteador de acesso é detectado (troca de contexto). A localização do usuário é identificada no Servidor Web por meio de uma tabela *hash* que mapeia o IP dos roteadores de acesso e seus respectivos locais de instalação. Ou seja, com base nos endereços IP embutidos nas requisições HTTP oriundas do App, é possível identificar o local onde o dispositivo móvel está presente naquele momento e personalizar o conteúdo a ser enviado em resposta àquela requisição. Cabe ressaltar que as requisições HTTP oriundas do App são apenas de consulta, pois não há a opção dos alunos enviarem conteúdo pelo mesmo. Como o escopo inicial da plataforma é restrito à comunicação professor-aluno, não contemplamos neste primeiro momento um ambiente de colaboração expandido, com interação entre alunos e aluno-professor. Assim, cada requisição HTTP do App dispara uma consulta ao banco de dados do Servidor Web, onde estão armazenados os conteúdos inseridos pelo professor ou funcionário via Interface HTML.

Na Figura 3 são apresentadas algumas telas do App desenvolvido, como o menu inicial e a tela onde são apresentados os recados cadastrados da disciplina "Aplicativos" dispostos em ordenação cronológica no App, considerando que o usuário encontra-se localizado na sala de aula destinada à referida disciplina. Assim, caso o usuário se desloque para uma outra sala de aula que esteja associada a outro roteador na rede em malha, o conteúdo provido estará relacionado à disciplina desta nova sala, e não mais com a disciplina "Aplicativos". Para implementação do App priorizamos a plataforma Android em virtude da mesma ser a mais utilizada pelo público alvo de alunos do projeto. Optamos por implementar um App, em detrimento a um cliente *web* a ser executado em um *browser* do dispositivo móvel, em razão da melhor usabilidade e da maior familiaridade dos jovens com esta interface, conforme apontado em

[4]. A linguagem Java foi utilizada para construir o App, já que a mesma oferece um suporte mais completo para a API do Android.

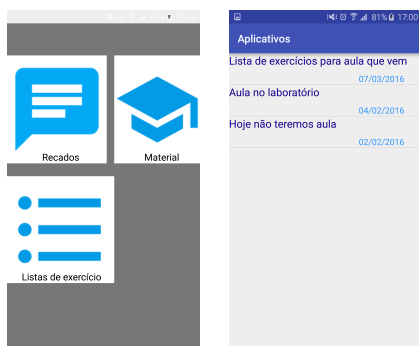


Figura 3: Menu inicial e tela de recados do App

Utilizamos o formato JSON para realizar a comunicação entre os componentes do sistema em virtude de sua portabilidade entre plataformas, e pelo seu tamanho reduzido em relação a outras alternativas similares como o XML, por exemplo. Em virtude de sua menor complexidade e tamanho, o JSON requer menos processamento do cliente Java [12], provendo inclusive um menor consumo de energia da bateria do dispositivo móvel, que se mostra como um dos principais gargalos dos *smartphones* e *tablets* atuais. A seguir apresentamos uma avaliação da plataforma proposta neste trabalho.

### 3 AVALIAÇÃO DA PLATAFORMA

A avaliação da plataforma proposta abordou dois aspectos: (i) desempenho do processo de detecção de novo contexto e entrega de conteúdo; (ii) uma análise qualitativa dos interesses dos alunos como usuários e também como colaboradores do projeto. A Tabela 1 mostra os tempos médios para detecção de um novo contexto do usuário, e envio automático de conteúdo personalizado para valores de referência de potência de sinal *wi-fi* obtidos em [5]. Foram calculadas as distâncias necessárias entre o dispositivo móvel e o roteador de acesso do para atingir a potência de sinal (em dbm) desejada para a realização dos testes, conforme abaixo:

- **-45dbm: Sinal excelente.** Representa sinal máximo que pode ser obtido. Neste caso o dispositivo móvel está muito próximo do roteador de acesso ( $\approx 1$  metro).
- **-70dbm: Sinal regular.** Representa o sinal mínimo necessário para que a entrega de pacotes ao dispositivo móvel seja confiável. Neste caso o dispositivo móvel está posicionado a uma distância relevante do roteador de acesso ( $\approx 6$  metros).
- **-78dbm: Sinal fraco.** Representa o sinal mínimo necessário para uma conectividade básica. Porém, a entrega de pacotes ao dispositivo móvel não é mais confiável, podendo ocorrer perda de pacotes. O dispositivo móvel está posicionado em uma distância limite do roteador de acesso ( $\approx 12$  metros).

Os valores médios de tempo detecção de um novo contexto e envio de conteúdo personalizado foram obtidos após cinquenta execuções de troca de contexto para cada nível de sinal indicado. Conforme observado, nos níveis excelente e regular de sinal a detecção da troca de contexto e envio de conteúdo possuem latências

similares, já com sinal fraco a latência do processo cresce significativamente em razão do baixo nível de conexão. Porém, cabe ressaltar que para qualquer nível de conexão a plataforma é capaz de detectar o novo contexto do usuário e enviar conteúdo personalizado.

Nível de sinal	Detecção de novo contexto	Desvio padrão
Excelente	0,48 s	0,03 s
Regular	0,51 s	0,02 s
Fraco	2,57 s	0,07 s

Tabela 1: Tempo médio para detecção de um novo contexto

Também foi realizada uma pesquisa com os alunos do curso de Engenharia de Computação a fim de obter a receptividade da plataforma proposta. Foi distribuído um questionário com três questões de múltipla escolha e tivemos um total de 138 questionários respondidos pelos alunos. O questionário contém as seguintes perguntas e alternativas de resposta:

- (1) **Como você avalia a comunicação professor/aluno, como envio de lista de exercícios, avisos, material, etc.?**
  - (a) Ótimo
  - (b) Bom
  - (c) Regular
  - (d) Ruim
  - (e) Péssimo
  - (f) Nenhuma das alternativas
- (2) **Como você avalia a possibilidade de utilização de um App para receber informações de professores e departamentos dentro do campus?**
  - (a) Imprescindível
  - (b) Muito útil
  - (c) Útil
  - (d) Pouco útil
  - (e) Sem utilidade
  - (f) Nenhuma das alternativas
- (3) **Como você gostaria de colaborar neste projeto?**
  - (a) No desenvolvimento do App e do servidor
  - (b) No gerenciamento da rede em malha sem fio
  - (c) No processo de teste, utilizando App como um usuário e provendo o *feedback* de suas experiências
  - (d) Não tenho interesse em colaborar

Os resultados do questionário estão apresentados na Figura 4. As respostas da Pergunta 1 indicam que há demanda para a plataforma proposta neste trabalho, visto que aproximadamente 42% dos alunos consideram a atual forma de comunicação professor-aluno como regular, ruim ou péssima. Já as respostas da Pergunta 2 indicam que aproximadamente 80% dos alunos entrevistados consideram que um App para prover conteúdo educacional complementar seria imprescindível, muito útil ou útil. Por fim, apesar da implementação da plataforma ainda estar em caráter inicial, como apenas a arquitetura de comunicação validada e um protótipo funcional em

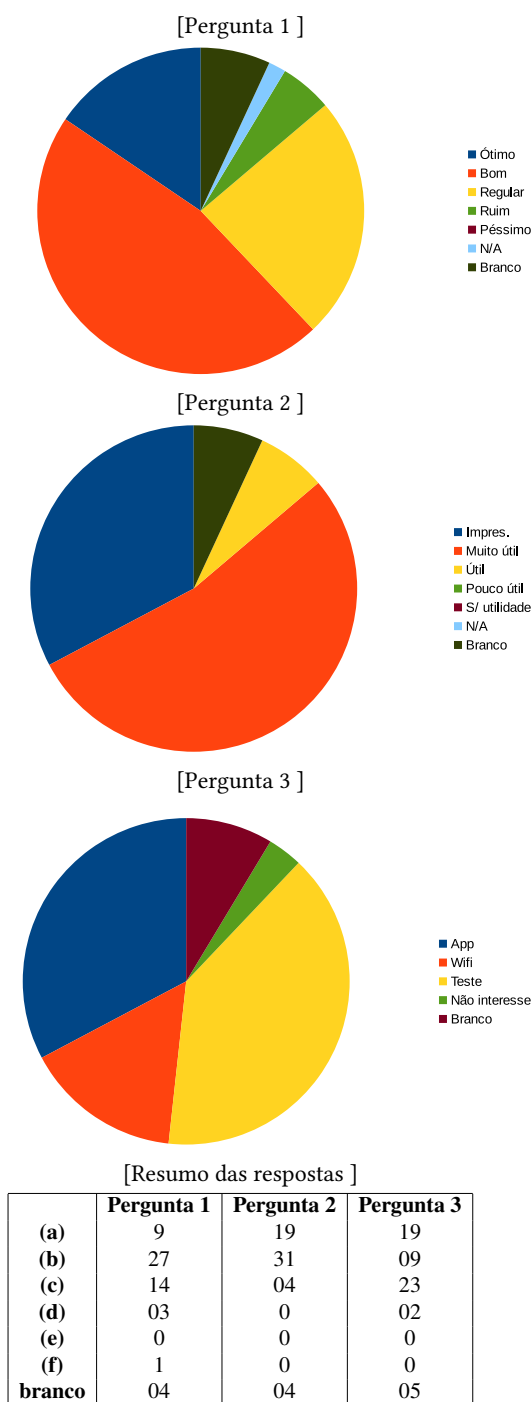


Figura 4: Resultados dos questionários de avaliação

operação, os alunos se interessaram de forma significativa pelo projeto. Nas respostas da Pergunta 3, em torno de 30% dos entrevistados manifestaram interesse em participar de atividades relacionadas à especificação e implementação do App e do Servidor Web. Já para participar de tarefas associadas ao gerenciamento da rede em malha

sem fio, 15% dos entrevistados manifestaram interesse. Em outras palavras, 45% do público entrevistado indicou o desejo de participar diretamente do processo de desenvolvimento da plataforma proposta neste trabalho. Esse relevante quantitativo ratifica o caráter catalisador do projeto para atividades de pesquisa e extensão associadas ao desenvolvimento e utilização da plataforma.

#### 4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho apresenta uma plataforma sensível a contexto para entrega de conteúdo personalizado em ambientes educacionais. As primeiras implementações ratificaram a viabilidade da plataforma, validando seus aspectos técnicos e seu caráter multidisciplinar. Cabe ressaltar o potencial integrador da solução proposta, atraindo interesse de alunos e professores para colaboração em todas as fases do projeto, viabilizando futuras atividades de pesquisa e extensão. Como próximas atividades previstas, desejamos implementar as funcionalidades da comunicação aluno-professor, além da comunicação entre os próprios alunos. Por fim, agradecemos ao CNPq pelas duas bolsas PIBIC utilizadas pelos alunos de graduação em Engenharia de Computação que participaram deste projeto.

#### REFERÊNCIAS

- [1] Sidney DF Bezerra, Francisco MM Neto, Bruno S Monteiro, Salatiel D Silva, Patrício A Silva, and Antônio VT Costa. 2017. PUYW: Uma ontologia para o gerenciamento de perfis de aprendiz integrando YouTube e Wikipédia para apoiar um sistema de recomendação ubíqua de conteúdos. In *Anais Estendidos do XXIII Simpósio Brasileiro de Sistemas Multimídia e Web*. SBC, 87–90.
- [2] Taffarel Brant-Ribeiro, Igor Emmanuel Silva Mendonça, Rafael Dias Araújo, Miller Miranda Mendes, Fabiano Azevedo Dorça, and Renan Gonçalves Cattelan. 2015. Um Modelo Social e Colaborativo para Extensão de Conteúdo em Ambientes Educacionais Ubíquos. *Tecnologias, Sociedade e Conhecimento* 2, 1 (2015), 105–130.
- [3] André Campos, Renato Gardiman, and Charles Madeira. 2015. Gamificação de uma disciplina introdutória de programação. *35º Congresso da Sociedade Brasileira de Computação (CSBC'15), 23º Workshop sobre Educação em Computação (WEI'15)* (2015).
- [4] Andre Charland and Brian Leroux. 2011. Mobile application development: web vs. native. *Commun. ACM* 54, 5 (2011), 49–53.
- [5] Dongsoo Han, Sukhoon Jung, Minkyu Lee, and Giwan Yoon. 2014. Building a practical Wi-Fi-based indoor navigation system. *IEEE Pervasive Computing* 13, 2 (2014), 72–79.
- [6] Bruno H Orlandi and Seiji Isotani. 2012. Uma ferramenta para distribuição de conteúdo educacional interativo em dispositivos móveis. *23º Simpósio Brasileiro de Informática na Educação* (2012).
- [7] Gustavo Ramos, Laura Lessa, and Diana Cabral Cavalcanti. 2017. Disease Extermination: A Digital Educational Game on Vaccines, Viruses and Bacteria. In *Proceedings of the 23rd Brazilian Symposium on Multimedia and the Web*. ACM, 417–420.
- [8] Ralph Breno Ribeiro, David Fernandes, Leandro Silva Galvão de Carvalho, and Elaine Oliveira. 2018. Gamificação de um Sistema de Juiz Online para Motivar Alunos em Disciplina de Programação Introdutória. In *Brazilian Symposium on Computers in Education (Simpósio Brasileiro de Informática na Educação-SBIE)*, Vol. 29. 805.
- [9] Carlos J Santos, Matheus E Franco, and Hagar CC Corsini. 2013. ALGbr: Uma Nova Ferramenta Para Apoio ao Ensino/Aprendizagem de Lógica Computacional por Meio da Construção e Testes de Algoritmos. *33º Congresso da Sociedade Brasileira de Computação (CSBC'13), 21º Workshop sobre Educação em Computação (WEI'13)* (2013).
- [10] Luiz Cláudio Nogueira Silva, Francisco Milton Mendes Neto, and Luiz Jácome Júnior. 2011. MobiLE: Um ambiente multiagente de aprendizagem móvel para apoiar a recomendação sensível ao contexto de objetos de aprendizagem. In *Anais do 22º Simpósio Brasileiro de Informática na Educação (CBIE'11), 17º Workshop de Informática na Escola (WIE'11)*, Vol. 1.
- [11] Caio C Viel, Larissa C Zimmermann, Kamila RH Rodrigues, and Maria GC Pimentel. 2018. Recording Maybe?: Location-Based Application for Detection and Capture of Ad-hoc Meetings. In *Proceedings of the 24th Brazilian Symposium on Multimedia and the Web*. ACM, 53–60.
- [12] Guanhua Wang. 2011. Improving data transmission in web applications via the translation between XML and JSON. In *Communications and Mobile Computing (CMC), 2011 Third International Conference on*. IEEE, 182–185.