

Internet das Coisas como instrumento para o ensino e aprendizagem

Venilton Falvo Júnior

Qualificação de Doutorado do Programa de Pós-Graduação em Ciências de Computação e Matemática Computacional (PPG-CCMC)

SERVIÇO DE PÓS-GRADUAÇÃO DO ICMC-USP

Data de Depósito:

Assinatura: _____

Venilton Falvo Júnior

Internet das Coisas como instrumento para o ensino e aprendizagem

Monografia apresentada ao Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação – ICMC-USP, para o Exame de Qualificação, como parte dos requisitos para obtenção do título de Doutor em Ciências – Ciências de Computação e Matemática Computacional.

Área de Concentração: Ciências de Computação e Matemática Computacional

Orientador:

USP – São Carlos
Abril de 2018

Venilton Falvo Júnior

Internet of Things as an instrument for teaching and learning

Monograph submitted to the Institute of Mathematics and Computer Sciences – ICMC-USP, as part of the qualifying exam requisites of the of the Doctorate Program in Computer Science and Computational Mathematics.

Concentration Area: Computer Science and Computational Mathematics

Advisor:

USP – São Carlos
April 2018

RESUMO

FALVOJR, V. **Internet das Coisas como instrumento para o ensino e aprendizagem**. 2018. 28 p. Monografia (Doutorado em Ciências – Ciências de Computação e Matemática Computacional) – Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação, Universidade de São Paulo, São Carlos – SP, 2018.

A popularização da computação ubíqua em todas as camadas sociais tem motivado o desenvolvimento de aplicações educacionais cada vez mais flexíveis e interessantes. Nesse sentido, o conceito de Internet das Coisas (IoT) também pode maximizar a eficiência do ensino e aprendizagem. As aplicações educacionais existentes, mesmo possuindo diversos benefícios e facilidades, apresentam uma série de desafios sobretudo relacionados à evolução e padronização arquiteturais. Neste cenário, foi proposta uma plataforma educacional baseada em IoT, que contará com a definição de uma arquitetura de referência e sua respectiva instanciação. Com isso, espera-se prover insumos para tomadas de decisão estratégicas no domínio do ensino e aprendizagem. A plataforma em questão será avaliada experimentalmente, fornecendo evidências que podem ajudar a mensurar formalmente sua contribuição quando aplicada em um ambiente de ensino real.

Palavras-chave: Internet das Coisas, IoT, Learning, Teaching.

ABSTRACT

FALVOJR, V. **Internet of Things as an instrument for teaching and learning.** 2018. 28 p. Monografia (Doutorado em Ciências – Ciências de Computação e Matemática Computacional) – Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação, Universidade de São Paulo, São Carlos – SP, 2018.

The popularization of ubiquitous computing in all walks of life have motivated the development of educational applications increasingly flexible and attractive. In this sense, the Internet of Things (IoT) concept can also maximize the efficiency of teaching and learning. Existing educational applications, while possessing various benefits and facilities, present a series of challenges mainly related to architectural evolution and standardization. In this scenario, an educational platform based on IoT was proposed, which will include the definition of a reference architecture, software design and implementation. With this, it is expected to provide inputs for strategic decision-making in the areas of teaching and learning. The platform in question will be evaluated experimentally, providing evidence that can help to formally measure its contribution when applied in a real teaching environment.

Keywords: Internet of Things, IoT, Learning, Teaching.

SUMÁRIO

| | | |
|----------|------------------------------|-----------|
| 1 | INTRODUÇÃO | 11 |
| 1.1 | Contexto | 11 |
| 1.2 | Motivação | 12 |
| 2 | FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA | 13 |
| 2.1 | Considerações Iniciais | 13 |
| 2.2 | Aprendizagem Móvel | 13 |
| 2.3 | Internet das Coisas | 17 |
| 2.4 | Considerações Finais | 19 |
| 3 | OBJETIVOS | 21 |
| 3.1 | Objetivo Geral | 21 |
| 3.2 | Objetivos Específicos | 21 |
| 4 | PLANO DE TRABALHO | 23 |
| 4.1 | Atividades | 23 |
| 4.2 | Cronograma | 24 |
| 4.3 | Resultados Esperados | 25 |
| | REFERÊNCIAS | 27 |

INTRODUÇÃO

1.1 Contexto

Temas relacionados ao ensino e aprendizagem têm sido cada vez mais discutidos e estudados pela comunidade científica. Segundo (BARBOSA, 2004) e (SVETLANA; YONGLK-YOON, 2009), ambientes computacionais de aprendizagem têm apresentando uma crescente importância, realizando um papel fundamental em atividades de ensino e treinamento, sendo relevantes não apenas no âmbito acadêmico como também no meio industrial.

O desenvolvimento e a utilização de tais ambientes como apoio ao ensino e aprendizagem, aliados à evolução da computação móvel, tem contribuído significativamente no estabelecimento de uma nova modalidade de ensino conhecida como aprendizagem móvel ou *m-learning* (O'MALLEY *et al.*, 2003; KINSHUK; SUTINEN; GOH, 2003; NAH; WHITE; SUSSEX, 2008; WEXLER *et al.*, 2008).

Segundo o (ITU, 2017a), existem cerca de 700 milhões de assinantes de telefonia móvel somente em países menos desenvolvidos. Considerando esses números, a “UNESCO *Mobile Learning Week*” indicou o *m-learning* como a alternativa mais viável em relação à necessidade global de 8,2 milhões de novos professores, algo impossível de se atingir utilizando métodos tradicionais (UNESCO, 2012).

O presente projeto de doutorado visa explorar esta área de pesquisa, relacionando-a com o conceito de Internet das Coisas (IoT¹), que por sua vez se refere a uma revolução tecnológica que tem como objetivo conectar os itens usados no dia a dia à rede mundial de computadores, tecnicamente chamada de *World Wide Web* (WWW) ou simplesmente Web. Com isso, espera-se flexibilizar ainda mais o ambiente de ensino e aprendizagem, possibilitando uma interação mais natural entre máquinas e indivíduos.

¹ Do inglês *Internet of Things*

Com base nos conceitos apresentados, pretende-se definir uma plataforma de ensino que relacione *m-learning* com IoT, buscando suprir as necessidades das aplicações educacionais móveis, a partir das inovações tecnológicas providas pelo conceito de IoT. Algumas das motivações que levaram aos objetivos deste projeto são apresentadas a seguir.

1.2 Motivação

No contexto apresentado anteriormente, é nítida a necessidade de explorar toda a potencialidade das tecnologias da informação e comunicação (TICs), que são intrínsecas ao cotidiano da sociedade contemporânea, como meio de suprir as deficiências do modelo educacional atual e permitir a maior adoção da modalidade de *m-learning* globalmente.

Em um domínio mais amplo, o número de aplicativos móveis vêm crescendo exponencialmente desde a criação de suas lojas virtuais, que proveem uma interface simples e funcional aos seus usuários. Em uma perspectiva diferente, haverão quase 26 bilhões de dispositivos baseados em IoT até 2020, que poderão gerar uma receita superior a \$300 bilhões (ERICKSON, 2015; PRESS, 2014; MEULEN, 2017). Atualmente, o uso maciço dos conceitos de mobilidade e IoT influencia diretamente a maneira com que as pessoas conduzem suas vidas em diversos segmentos, como saúde, educação, entretenimento etc.

Essas tendências estão crescendo a um ritmo extremamente acelerado e, consequentemente, apresentando novos desafios para o projeto e desenvolvimento de aplicações móveis baseadas em IoT. Além disso, as plataformas móveis vêm sofrendo constantes evoluções em seus recursos, tais como sensores e reconhecimento de toques e gestos. Hoje em dia, diversas aplicações vêm se destacando através do uso de tecnologias relacionadas a IoT. Com isso, é possível coletar e computar grandes quantidades de dados, provendo insumos para tomadas de decisão cada vez mais inteligentes e automatizadas (ASHTON, 2009).

Assim, esta proposta de doutorado visa, em linhas gerais, o desenvolvimento de uma plataforma de ensino e aprendizagem baseada em IoT. Para isso, um conjunto de estudos primários serão analisados através de uma revisão sistemática de literatura, que proverá os insumos necessários para o projeto e, posteriormente, a implementação da plataforma proposta. Por fim, uma avaliação empírica dessa infraestrutura será conduzida, respeitando as premissas engenharia de software experimental.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Considerações Iniciais

Neste capítulo é apresentado um levantamento bibliográfico sobre os principais conceitos teóricos que fundamentam este projeto. A Seção 2.2 apresenta algumas modalidades de ensino que emergiram com o uso das Tecnologias de Informação e Comunicação (TICs). Nesse sentido, a modalidade que explora a aprendizagem móvel (*m-learning*) é apresentada em detalhes. Na Seção 2.3 o conceito de IoT é fundamentado, apresentando suas principais características e aplicações.

2.2 Aprendizagem Móvel

A educação e a busca por conhecimento representam, cada vez mais, um diferencial competitivo no complexo mercado de trabalho contemporâneo. Esse cenário, associado ao rápido crescimento das TICs (Tecnologias de Informação e Comunicação), tem favorecido o surgimento de novas modalidades de ensino, proporcionando alternativas mais adequadas ao contexto atual da sociedade (KUKULSKA-HULME; TRAXLER, 2005; CASTRILLO; MARTÍN-MONJE; BÁRCENA, 2014).

Neste contexto, o *d-learning* (*distance learning*) tem emergido como a modalidade que engloba qualquer tipo de ensino não presencial, conhecido no Brasil como ensino a distância. Já o *e-learning* (*electronic learning*) representa o ensino, presencial ou não, apoiado por tecnologias eletrônicas (KEEGAN, 2005). Essa modalidade, usualmente chamada de aprendizagem eletrônica, pode oferecer mecanismos para o ensino a distância baseados em computadores e tecnologias de rede.

Segundo (CASTRILLO; MARTÍN-MONJE; BÁRCENA, 2014), com uma sociedade “em movimento” e constantemente conectada graças à sofisticação de seus dispo-

sitivos móveis e da velocidade de suas redes sem fio, é natural que *tablets*, PCs (*Personal Computers*), *smartphones* e *smart TVs* também sejam utilizados na educação. Desta forma, com o advento e evolução das TICs, juntamente com a computação ubíqua, é possível observar duas novas modalidades de ensino: (i) uma baseada no uso de dispositivos móveis, denominada *mobile learning* (*m-learning*); e (ii) outra a partir de TVs digitais e interativas, chamada *t-learning* (KEEGAN, 2005; ROSCHELLE; PEA, 2002; TRAXLER; LEACH, 2006; LOPEZ *et al.*, 2007).

Com o objetivo de representar as modalidades de ensino fundamentadas anteriormente, (GEORGIEV; GEORGIEVA; SMRIKAROV, 2004) e (LOPEZ *et al.*, 2007) propõem uma hierarquia a partir do *d-learning*. Na visão dos autores o *d-learning* engloba qualquer tipo de ensino não presencial, o que inclui o *e-learning* e suas sub-modalidades *m-learning* e *t-learning* (Figura 1).

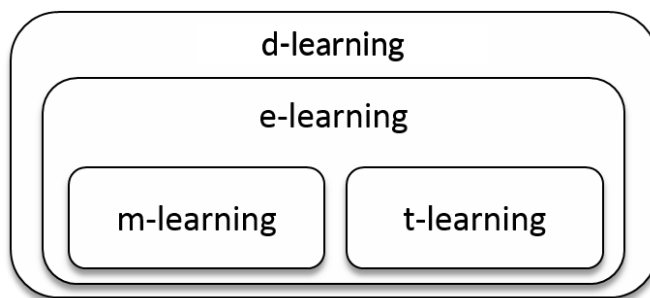


Figura 1 – Modalidades de ensino agrupadas. Adaptado de (GEORGIEV; GEORGIEVA; SMRIKAROV, 2004) e (LOPEZ *et al.*, 2007)

No contexto deste projeto, o *m-learning* foi priorizado em detrimento às outras modalidades de ensino, visto que suas características possibilitam uma interação mais autêntica e natural com o conceito de Internet das Coisas (IoT). Por isso, a seguir, essa modalidade será descrita em maiores detalhes.

Como acontece com muitos paradigmas emergentes, há diversas definições relacionadas ao *m-learning*. (SRIVASTAVA; GULATI, 2014) definem *m-learning* como qualquer tipo de ensino ou aprendizagem que ocorre quando o aluno não está em algum lugar predeterminado ou fixo, ou quando o indivíduo aproveita-se de oportunidades de aprendizagem disponibilizadas pelas tecnologias móveis, associando assim os conceitos tecnológicos e de mobilidade.

(WEXLER *et al.*, 2008) abordam *m-learning* como uma atividade que permite aos indivíduos serem mais produtivos quando consomem, criam ou interagem com as informações, mediados por dispositivos digitais móveis e portáteis, que acompanham o indivíduo de forma regular, desde o início ao fim das tarefas.

Em outra perspectiva relacionada, (KINSHUK; SUTINEN; GOH, 2003) definem *m-learning* como a capacidade do uso de dispositivos portáteis para acesso a recursos de

aprendizagem, enquanto (NAH; WHITE; SUSSEX, 2008) consideram que o *m-learning* refere-se ao uso de celular e computador de mão, como PDA (*Personal Digital Assistants*), *smartphones*, *laptops* e *tablets* no ensino e aprendizagem.

Em uma definição mais formal, *m-learning* pode ser considerado como todo aprendizado que é sustentado por meio de dispositivos portáteis, que possuem sua própria fonte de energia e que podem ser facilmente utilizados onde não haja acesso a conexões de rede física (DRISCOLL; CARLINER, 2005). Porém, isso não implica na exigência de utilização de redes sem fio, pois o dispositivo pode oferecer o conteúdo educacional armazenado em seu hardware, possibilitando o aprendizado móvel *offline*.

(KUKULSKA-HULME; TRAXLER, 2005), por sua vez, discutem algumas implicações relacionadas à mobilidade e experiência de aprendizagem proporcionadas por aplicações *m-learning*. Na interpretação de (CASTRILLO; MARTÍN-MONJE; BÁRCENA, 2014), os autores enfatizam a quebra de paradigma relacionada a esta modalidade de ensino, fazendo com que a tradicional educação presencial seja flexibilizada, tornando-se cada vez mais versátil.

A partir das diversas definições em relação ao *m-learning*, (GEORGIEV; GEORGIEVA; SMRIKAROV, 2004) e (TRAXLER; LEACH, 2006) definem categorias de aprendizagem móvel que podem ser instanciadas na prática:

- Aprendizagem portátil em escala reduzida: adaptação de soluções do ensino a distância convencional para dispositivos portáteis com conexões sem fio;
- Aprendizagem em sala de aula: tecnologias sem fio e móveis são utilizadas como apoio à aprendizagem colaborativa, ligadas a outras tecnologias em sala de aula;
- Treinamento móvel e desempenho de apoio: as tecnologias são utilizadas para melhorar a produtividade, oferecendo informações e apoio na hora certa e no contexto de suas prioridades imediatas, funções e deveres;
- Inclusão e diversidade assistida: tecnologias móveis e sem fio utilizadas para aumentar a participação e envolvimento dos alunos no processo de ensino e aprendizagem;
- Desenvolvimento rural e móvel: tecnologias utilizadas onde obstáculos ambientais e infraestrutura não permitem a utilização das tecnologias da educação à distância convencional.

(O'MALLEY *et al.*, 2003) enfatizam os avanços tecnológicos, como interfaces interativas inteligentes, modelagem de aplicações contextuais e os avanços recentes no campo da comunicação sem fio (com destaque a *wi-fi*, *bluetooth*, *multi-hop wireless networks* e as tecnologias globais sem fio, como GPS, GSM, GPRS, 3G e via satélite), que juntas proporcionaram inúmeras novas possibilidades para os usuários de tecnologia.

Considerando a mobilidade do ponto de vista do aluno, pode-se argumentar que a aprendizagem móvel independe de variáveis como tempo e espaço. Por exemplo, alunos podem fazer a revisão de um exame a caminho da instituição de ensino, médicos podem atualizar seus conhecimentos em rondas hospitalares, estudantes de línguas podem melhorar sua proficiência enquanto viajam, entre outros. Tais exemplos de aprendizagem formal ou informal ocorrem enquanto as pessoas estão em movimento (O'MALLEY *et al.*, 2003).

Além disso, atualmente grande parte dos alunos e professores dispõe de celulares ou *tablets*, o que torna convidativo o desenvolvimento de aplicações *m-learning* para estes dispositivos. De acordo com (O'MALLEY *et al.*, 2003), no âmbito social existe a necessidade de aprender em horários e locais diversos, assim como aproveitar os momentos de deslocamento, como uma viagem, ou a ida ao trabalho, além da comodidade de poder utilizar o sistema onde e quando for mais confortável.

O uso de dispositivos móveis, especialmente telefones celulares, tem aumentado consideravelmente na última década. De acordo com a ITU (*International Telecommunication Union*), mesmo em países menos desenvolvidos, cerca de 70% das pessoas possuem assinaturas ativas em seus telefones celulares (ITU, 2017a). Isso sugere que, inclusive em regiões menos favorecidas, a criação de soluções *m-learning* é indiscutivelmente plausível. Nesse contexto, também nota-se um crescimento exponencial em outras tecnologias de comunicação (Figura 2).

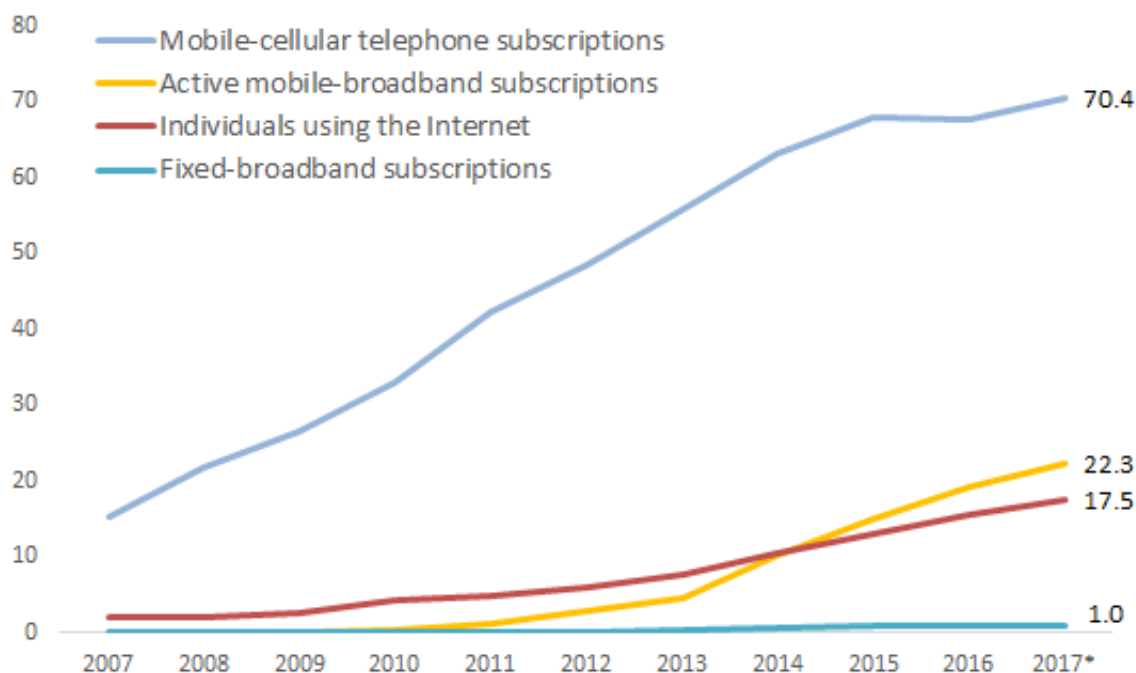


Figura 2 – Tendências tecnológicas em países menos desenvolvidos (ITU, 2017a).

De modo geral, o domínio das aplicações educacionais móveis vem se mostrando cada vez mais relevante às características atuais da sociedade. Por se tratar de um conceito relativamente novo e que ganhou força com as evoluções tecnológicas contemporâneas, o *m-learning* surge como uma linha de pesquisa atrativa devido à carência de metodologias que apoiem seu desenvolvimento em larga escala. Com o objetivo de contribuir nesse cenário, este projeto propõe a interação entre aprendizagem móvel e IoT para a criação de uma plataforma de ensino direcionada às tendências tecnológicas atuais. A próxima seção apresenta uma visão geral sobre conceito de IoT.

2.3 Internet das Coisas

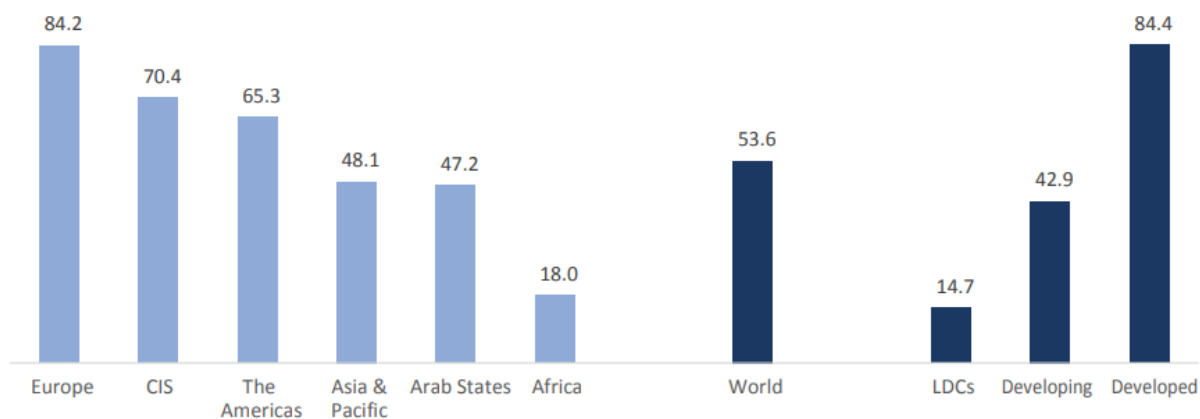
O conceito de Internet das Coisas (IoT) se refere a uma revolução tecnológica que tem como objetivo conectar itens do cotidiano à Web. A cada dia surgem mais objetos conectadas à Internet e a outros dispositivos, como computadores e *smartphones*. Atualmente é comum encontrar maçanetas, luzes, eletrodomésticos e até mesmo roupas inseridas nesse contexto.

A ideia de conectar objetos é discutida desde 1991, quando a conexão TCP/IP e a Internet que conhecemos hoje começou a se popularizar (STEVENS, 1993). Em 1999, Kevin Ashton propôs o termo “Internet das Coisas” e dez anos depois escreveu o artigo “*That ‘Internet of Things’ Thing*”(ASHTON, 2009). De acordo com (ASHTON, 2009), atualmente os computadores – e, portanto, a Internet – são quase totalmente dependentes de seres humanos para o armazenamento de informações, que em grande parte das vezes são irrelevantes.

A limitação de tempo e da rotina fará com que as pessoas se conectem à Internet de outras maneiras. Segundo (ASHTON, 2009), assim, será possível acumular dados do movimento de nossos corpos com uma precisão muito maior do que as informações de hoje. Com esses registros, se conseguirá reduzir, otimizar e economizar recursos naturais e energéticos, por exemplo. Para o autor, essa revolução será maior do que o próprio desenvolvimento do mundo *online* que conhecemos hoje.

Segundo (ITU, 2017b), a Internet está presente em mais da metade do mundo atualmente (Figura 3). Em países desenvolvidos, a proporção de domicílios com acesso é duas vezes maior do que nos países em desenvolvimento. Por outro lado, apenas 15% dos domicílios nos países menos desenvolvidos têm acesso à Internet em casa. Nesses países, a maioria dos usuários acessa a Internet a partir do trabalho, escolas, universidades ou de outras conexões públicas compartilhadas fora de casa. Apesar disso, a tendência é que tenhamos um mundo cada vez mais conectado nos próximos anos.

No contexto industrial, as organizações terão maior acesso a dados através da manipulação de eventos em dispositivos conectados à Internet, seu objetivo é prover facilidades



Source: ITU.

Figura 3 – Proporção de domicílios com acesso à internet (ITU, 2017b).

que potencializem a fidelização de clientes. Implantar o conceito de IoT significa conectar objetos e eventos para a conversão dos dados resultantes em inteligência de negócios (BI¹) (ERICKSON, 2015).

Até muito recentemente, os únicos dados utilizados para a geração de BI eram dados históricos. Mas as empresas modernas precisam de dados e análises em tempo real para obter uma vantagem competitiva. A IoT dá às empresas essa capacidade sem precedentes, para que elas possam compreender melhor as necessidades de seus clientes e atendê-los de forma proativa, o que pode ter um impacto significativo sobre os resultados positivos do negócio (ERICKSON, 2015).

Segundo dados divulgados pelo Gartner, em 2017 o número de dispositivos conectados à internet deve chegar a 8,4 bilhões no mundo todo, um aumento de 30% em relação a 2016 (MEULEN, 2017). A Tabela 1 sumariza esses dados, projetando-os até 2020. Esse cenário corrobora com a representação de (ERICKSON, 2015), que defende a ideia de múltiplos contextos conectados, sem limitações tecnológicas.

Tabela 1 – Dispositivos IoT instalados por categoria (milhões) (MEULEN, 2017)

| Category | 2016 | 2017 | 2018 | 2020 |
|-----------------------------|---------|----------------|----------|----------|
| Consumer | 3,963.0 | 5,244.3 | 7,036.3 | 12,863.0 |
| Business: Cross-Industry | 1,102.1 | 1,501.0 | 2,132.6 | 4,381.4 |
| Business: Vertical-Specific | 1,316.6 | 1,635.4 | 2,027.7 | 3,171.0 |
| Total | 6,381.8 | 8,380.6 | 11,196.6 | 20,415.4 |

Segundo (ERICKSON, 2015), os analistas preveem que a IoT vai transformar alguns setores da indústria mais rapidamente do que outros. Por exemplo, manufatura, saúde, serviços financeiros, automotivo, varejo, serviços de tecnologia e comunicações estão

¹ Do inglês *Business Intelligence*

entre os que devem liderar o caminho da inovação para a IoT. O autor também afirma que já é possível identificar cases relevantes em alguns desses segmentos:

- **Automação residencial:** atualmente existem diversas soluções de IoT direcionadas a residências, o uso de termostato, detector de fumaça e câmeras de segurança já é uma realidade nos produtos Google Nest. Que permitem aos consumidores controlar seus dispositivos de praticamente qualquer lugar. O atendimento ao cliente também é disponibilizado nos próprios módulos, o que contribui significativamente para a experiência dos usuários.
- **Saúde:** a IoT está ampliando os horizontes da saúde por meio do monitoramento da frequência cardíaca, pressão arterial, entre outros. A experiência do paciente é melhorada através da detecção precoce e conveniência.
- **Utilitários:** o aplicativo Google Power Meter está permitindo que famílias monitorem seu consumo de energia. Displays gráficos e ferramentas analíticas ajudam os usuários a gerenciar seus gastos em tempo real. Neste caso, a IoT está fornecendo informações que permitem aos usuários gerenciar de forma mais assertiva seus serviços para, consequentemente, reduzir seus custos.
- **Entretenimento:** a Disney aproveitou a IoT para melhorar a experiência de seus visitantes usando dispositivos portáteis. Nesse sentido, a Disney MagicBand é uma pulseira que se conecta ao perfil do seu usuário, habilitando funções como reserva antecipada, pagamento e atendimento ao cliente. O objetivo final é aumentar as vendas, qualidade de atendimento e satisfação do cliente.

De forma geral, a IoT vem criando oportunidades que podem elevar a experiência de seus usuários a patamares nunca vistos, fornecendo gerenciamento de dados em tempo real para o atendimento proativo de suas necessidades. Entretanto, ainda existem muitas vertentes a serem exploradas nessa linha de pesquisa, o que a torna ainda mais atrativa.

2.4 Considerações Finais

Neste capítulo foi apresentada uma visão geral sobre aprendizagem móvel e IoT, juntamente com seus principais conceitos relacionados. A partir dessa fundamentação teórica, foi possível apresentar as expectativas com relação ao *m-learning* e IoT, que juntos podem prover um ambiente de ensino extremamente interativo e dinâmico.

OBJETIVOS

3.1 Objetivo Geral

O objetivo deste projeto de doutorado é projetar e construir uma plataforma móvel de ensino sustentada por IoT. Com isso, espera-se prover uma experiência de ensino mais natural e atrativa. Além disso, uma avaliação experimental será conduzida com o objetivo de avaliar a plataforma de ensino e aprendizagem, considerando variáveis definidas durante o desenvolvimento do projeto.

3.2 Objetivos Específicos

Abstraindo o objetivo geral, os seguintes objetivos específicos foram definidos para esta proposta:

- Conduzir uma Revisão Sistemática com o objetivo de identificar os estados da arte e da prática relacionando os conceitos de *m-learning* e IoT;
- Definir/Derivar uma arquitetura de referência, que forneça uma estrutura coerente aos domínios de IoT e *m-learning*;
- Instanciar uma plataforma *m-learning* baseada em IoT, considerando a arquitetura de referência proposta. Adicionalmente, pretende-se propor o uso de técnicas de *Machine Learning* para interpretação dos dados coletados;
- Avaliar experimentalmente a plataforma instanciada.

PLANO DE TRABALHO

4.1 Atividades

Considerando a fundamentação teórica e os objetivos apresentados, esta seção define o plano de trabalho para a condução das principais atividades deste projeto de doutorado. Nesse sentido, as seguintes atividades foram planejadas:

- A. Disciplinas:** de acordo com o regulamento do programa de pós-graduação, um dos pré-requisitos para o título de doutor é a obtenção de 44 (quarenta e quatro) créditos em disciplinas. Nesse sentido, a Tabela 2 sumariza as disciplinas já concluídas pelo candidato como aluno especial. Com isso, espera-se obter os créditos necessários através do aproveitado das disciplinas no ato da matrícula;
- B. Caracterização do estado da arte e do estado da prática em *m-learning*:** esta atividade consiste em identificar as principais pesquisas relacionadas à *m-learning* e suas vertentes. Ênfase deve ser dada à identificação e caracterização de aplicações educacionais móveis;

Tabela 2 – Disciplinas Concluídas

| Código | Disciplina | Conceito | Créditos |
|--------------|---|----------|-----------|
| SSC5944 | Arquitetura de Software | A | 6 |
| SCC5774 | Inteligência Artificial I | A | 6 |
| SCC5949 | Inteligência Artificial II | A | 6 |
| SCC5912 | Interação Usuário-Computador I: Fundamentos | A | 8 |
| SCC5951 | Interação Usuário-Computador II: Prática | A | 4 |
| SCC5933 | Metodologia de Pesquisa Científica em Computação | A | 2 |
| SCC5900 | Projeto de Algoritmos | A | 12 |
| SCC5846 | Tópicos Especiais em Computação e Matemática Computacional I | B | 1 |
| SCC5847 | Tópicos Especiais em Computação e Matemática Computacional II | A | 1 |
| Total | | | 46 |

- C. Caracterização do estado da arte e do estado da prática em IoT:** esta atividade consiste em identificar as principais pesquisas envolvendo IoT. Ênfase deve ser dada às atividades conduzidas para a aplicação do conceito no domínio móvel
- D. Revisão sistemática de literatura relacionando *m-learning* e IoT:** desenvolvimento de uma revisão sistemática que compreenda trabalhos relevantes que integrem *m-learning* e IoT, para a identificação de abordagens e boas práticas relacionadas aos conceitos em questão;
- E. Exame de proficiência em língua inglesa:** realização do teste para certificação de proficiência em língua inglesa;
- F. Qualificação:** elaboração de uma prévia da dissertação, que será apresentada perante uma banca de qualificação;
- G. Arquitetura de referência baseada *m-learning* e IoT:** definir/derivar uma arquitetura de referência que forneça uma estrutura coerente aos domínios em questão. As contribuições obtidas nas atividades **B**, **C** e **D**, nortearão a integração entre *m-learning* e IoT;
- H. Instanciação da arquitetura de referência como uma plataforma de ensino:** construção da plataforma de ensino que instancie a arquitetura de referência elaborada na atividade **G**;
- I. Avaliação experimental da plataforma de ensino:** avaliar experimentalmente a plataforma de ensino instanciada, visando validar formalmente a efetividade do projeto em questão;
- J. Artigos:** escrita de artigos que expressem o desenvolvimento das pesquisas e resultados relacionados a tese de doutorado;
- K. Tese:** redação da tese de doutorado, onde serão incorporados os resultados obtidos para posterior defesa em banca.

4.2 Cronograma

A Tabela 3 resume o plano de trabalho ao longo dos 48 meses, divididos em 8 semestres, estimado para a obtenção do título de doutor. Nela as atividades apresentadas na Seção 4.1 são planejadas em um cronograma estimado.

Tabela 3 – Cronograma

| Atividade | Ano/Semestre | | | | | | | |
|-----------|--------------|---|------|---|------|---|------|---|
| | 2019 | | 2020 | | 2021 | | 2022 | |
| | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 |
| A | | | | | | | | |
| B | | | | | | | | |
| C | | | | | | | | |
| D | | | | | | | | |
| E | | | | | | | | |
| F | | | | | | | | |
| G | | | | | | | | |
| H | | | | | | | | |
| I | | | | | | | | |
| J | | | | | | | | |

4.3 Resultados Esperados

As principais contribuições com esta proposta de doutorado são:

- Revisão sistemática de literatura sobre IoT aplicada ao ensino e aprendizagem móvel, com a qual espera-se a submissão de um artigo detalhando sua condução e estudos primários selecionados;
- Definição/Derivação de uma arquitetura de referência direcionada aos domínios de IoT e *m-learning*. Pretende-se formalizar as etapas dessa atividade em outro artigo;
- Plataforma de ensino e aprendizagem baseada na arquitetura de referência proposta, explorando as principais características do domínio em questão;
- Validação da plataforma de ensino e aprendizagem móvel baseada em IoT, por meio de um estudo empírico. Nesse sentido, pretende-se publicar os resultados do experimento em artigo;
- Evolução da plataforma a partir dos resultados obtidos experimentalmente.

REFERÊNCIAS

ASHTON, K. **That ‘Internet of Things’ Thing**. [S.l.], 2009. RFID Journal. Citado nas páginas 12 e 17.

BARBOSA, E. **Uma contribuição ao processo de desenvolvimento e modelagem de módulos educacionais**. Tese (Doutorado) — Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação - ICMC/USP, São Carlos, SP, maio 2004. Citado na página 11.

CASTRILLO, M. D.; MARTÍN-MONJE, E.; BÁRCENA, E. Mobile-based chatting for meaning negotiation in foreign language learning. In: **Proceedings of the 10th International Conference on Mobile Learning (ML)**. Madrid, ES: [s.n.], 2014. p. 49–59. Citado nas páginas 13 e 15.

DRISCOLL, M.; CARLINER, S. **Advanced web-based training strategies: Unlocking instructionally sound online learning**. [S.l.]: John Wiley & Sons, 2005. Citado na página 15.

ERICKSON, S. **Revolutionizing Customer Service with the Internet of Things**. 2015. Último acesso: 12 nov. 2015. Disponível em: <<http://icmc.usp.br/e/67f6c>>. Citado nas páginas 12 e 18.

GEORGIEV, T.; GEORGIEVA, E.; SMRIKAROV, A. M-learning: A new stage of e-learning. In: **Proceedings of the 5th international conference on Computer systems and technologies**. Rousse, BG: [s.n.], 2004. p. 1–5. Citado nas páginas 14 e 15.

ITU. **ICT trends in the LDCs**. 2017. Último acesso: 06 abr. 2018. Disponível em: <<http://www.icmc.usp.br/e/d79b0>>. Citado nas páginas 11 e 16.

_____. **ITU Facts and Figures 2017**. 2017. Último acesso: 06 abr. 2018. Disponível em: <<http://www.icmc.usp.br/e/f4ec0>>. Citado nas páginas 17 e 18.

KEEGAN, D. The incorporation of mobile learning into mainstream education and training. In: **Proceedings of the World Conference on Mobile Learning**. Cape Town, ZA: [s.n.], 2005. p. 11–11. Citado nas páginas 13 e 14.

KINSHUK, S. J.; SUTINEN, E.; GOH, T. Mobile technologies in support of distance learning. **Asian Journal of Distance Education**, v. 1, n. 1, p. 60–68, 2003. Citado nas páginas 11 e 14.

KUKULSKA-HULME, A.; TRAXLER, J. **Mobile learning: A handbook for educators and trainers**. [S.l.]: Psychology Press, 2005. Citado nas páginas 13 e 15.

LOPEZ, M. R.; REDONDO, R. P. D.; VILAS, A. F.; PAZOS-ARIAS, J. J. Entercation: engaging viewers in education through TV. **Comput. Entertain.**, ACM, New York, NY, USA, v. 5, n. 2, abr. 2007. Citado na página 14.

- MEULEN, R. van der. **Gartner Says 8.4 Billion Connected "Things" Will Be in Use in 2017, Up 31 Percent From 2016**. 2017. Último acesso: 09 abr. 2018. Disponível em: <<http://icmc.usp.br/e/dcffb>>. Citado nas páginas 12 e 18.
- NAH, K. C.; WHITE, P.; SUSSEX, R. The potential of using a mobile phone to access the internet for learning efl listening skills within a korean context. **ReCALL**, v. 20, n. 03, p. 331–347, 2008. Citado nas páginas 11 e 15.
- O'MALLEY, C.; VAVOULA, G.; GLEW, J. P.; TAYLOR, J.; SHARPLES, M.; LEFRERE, P. **Guidelines for Learning/Teaching/Tutoring in a Mobile Environment**. [S.l.], 2003. Citado nas páginas 11, 15 e 16.
- PRESS, G. **Internet of Things By The Numbers: Market Estimates And Forecasts**. 2014. Último acesso: 12 nov. 2015. Disponível em: <<http://icmc.usp.br/e/2e19b>>. Citado na página 12.
- ROSCHELLE, J.; PEA, R. A walk on the wild side: How wireless handhelds may change cscl. In: **Proceedings of the Conference on Computer Support for Collaborative Learning (CSCL)**. Boulder, CO, US: [s.n.], 2002. p. 51–60. Citado na página 14.
- SRIVASTAVA, S.; GULATI, V. P. M-learning - on path to integration with organisation systems. In: **Proceedings of the 10th International Conference on Mobile Learning (ML)**. Madrid, ES: [s.n.], 2014. Citado na página 14.
- STEVENS, W. R. **TCP/IP Illustrated (Vol. 1): The Protocols**. Boston, MA, USA: Addison-Wesley Longman Publishing Co., Inc., 1993. ISBN 0-201-63346-9. Citado na página 17.
- SVETLANA, K.; YONGLK-YOON. Adaptation e-learning contents in mobile environment. In: **Proceedings of the 2nd International Conference on Interaction Sciences: Information Technology, Culture and Human**. New York, NY, USA: ACM, 2009. (ICIS '09), p. 474–479. Citado na página 11.
- TRAXLER, J.; LEACH, J. Innovative and sustainable mobile learning in Africa. In: **Proceedings of the 4th IEEE International Workshop on Wireless, Mobile and Ubiquitous Technology in Education (WMUTE)**. Athens, GR: [s.n.], 2006. p. 98–102. Citado nas páginas 14 e 15.
- UNESCO. **Mobile Learning for Teachers: Global Themes**. Place de Fontenoy, Paris: [s.n.], 2012. Último acesso: 08 nov. 2015. Disponível em: <<http://icmc.usp.br/e/c3097>>. Citado na página 11.
- WEXLER, S.; BROWN, J.; METCALF, D.; ROGERS, D.; WAGNER, E. **Mobile Learning: What it is, why it matters, and how to incorporate it into your learning strategy**. [S.l.], 2008. Citado nas páginas 11 e 14.

