

INTERNET DAS COISAS NA EDUCAÇÃO: UMA VISÃO GERAL

INTERNET OF THINGS IN EDUCATION: AN OVERVIEW

Sani de Carvalho Rutz da Silva*, Albino Szesz Junior

PPGCET – UTFPR – Ponta Grossa – PR – Brasil

Resumo: O objetivo deste artigo é mostrar o panorama da Internet das Coisas (*Internet Of Things* - IoT) na educação e suas aplicações, destacando a sua evolução, os diferentes conceitos, desafios e oportunidades. Para isto, utilizou-se os últimos relatórios MNC Horizon Report, o Ciclo Hype da Gartner, além de produções científicas sobre a temática. Durante o texto é possível verificar uma visão geral sobre as definições de IoT, um breve histórico, sua aplicação na área educacional além dos desafios e oportunidades. O artigo demonstrou o crescimento significativo de pesquisas na área, com um alto potencial em se tornar uma realidade no contexto educacional, bem como a necessidade de enfrentar as incertezas para se quebrar o paradigma da educação tradicional, com consciência dos desafios e possibilidades, através de investimentos em infraestrutura, capacitação e mudança da cultura educacional na sociedade atual, por meio de colaboração, conscientização e garantia de conectividade entre todos e tudo.

Palavras-chave: tecnologia, ensino, inovação.

Abstract: The purpose of this article is to show the Internet of Things (IoT) panorama in education and its applications, highlighting its evolution, the different concepts, challenges and opportunities. The latest MNC Horizon Report, Gartner's Hype Cycle, and scientific productions on the subject were used for this purpose. This article provides an overview of IoT definitions, a brief history, its application in education beyond challenges and opportunities. The article demonstrated the significant growth of research in the area, with a high potential to become a reality in the educational context, as well as the need to face the uncertainties to break the paradigm of traditional education, with awareness of the challenges and possibilities, through investments in infrastructure, training and change of educational culture today, through collaboration, awareness and guarantee of connectivity between all and all.

Keywords: technology, teaching, innovation.

1. Introdução

Nos últimos anos as tecnologias de informação e comunicação (TIC's) tornaram-se presentes em toda a sociedade, principalmente com os avanços da internet e de tecnologias emergentes, modificando a forma de viver e conviver, além de proporcionar significativas mudanças em todas as áreas, inclusive na área educacional.

Dentre essas tecnologias emergentes, destaca-se a Internet das Coisas, do inglês, *Internet of Things* (IoT), tal fato constata-se a partir da análise das últimas edições do Ciclo Hype do Gaertner (GARTNER, 2015) (PANETTA, 2017), que anualmente fornece uma apresentação gráfica e conceitual das tecnologias emergentes, bem como os últimos *MNC Horizon Reports*

* sani@utfpr.edu.br

(JOHNSON, L., ADAMS BECKER, S., ESTRADA, V., AND FREEMAN, 2015) (ADAM BECKER *et al.*, 2017), os quais apresentam os principais desafios, tendências e evoluções tecnológicas suscetíveis de ter impacto em diversas áreas, em ambos a IoT já está consolidando-se e tornando-se parte do nosso dia-a-dia.

Este processo de consolidação da IoT, também atinge a educação e a sala de aula tradicional, a qual passa por um processo de mudanças, de quebra de paradigmas, afim de adaptar-se a toda a tecnologia disponível, com diversos e diferentes recursos para acompanhar essa era digital, porém, mesmo existindo muita tecnologia, o seu uso como ferramenta para aumentar a aprendizagem dos alunos ainda está evoluindo (SAVOV *et al.*, 2017).

Essa consolidação também significa mudar a forma de ensinar, onde através da tecnologia, as instituições em parceria com a indústria podem proporcionar aos alunos experiências práticas de projeto e construção de dispositivos IoT, equipando-os com as habilidades para atender às necessidades do mercado de trabalho atual (ADAM BECKER *et al.*, 2017).

Dessa forma, o objetivo deste artigo é mostrar um panorama da IoT na educação e suas aplicações, destacando a sua evolução, os diferentes conceitos, desafios e oportunidades. Para isto, além desta seção introdutória, este artigo possui mais cinco seções, a próxima aborda as definições de IoT e um breve histórico da tecnologia, na seção 3 é apresentada uma visão geral da IoT aplicada na área educacional, na seção 4 será abordado os desafios e oportunidades da IoT na educação, na seção 5 serão apresentadas iniciativas de aplicação da IoT na educação e por fim, na seção 6, serão apresentadas as considerações finais.

2.A Internet das Coisas

Definições

O termo Internet das Coisas ainda é relativamente novo, por esse motivo ainda não há um grande consenso sobre uma definição única e totalmente correta. Dessa forma, para este artigo serão utilizadas as definições e referências apresentadas no documento "*IEEE IoT Initiative – Towards a definition of the Internet of Things (IoT)*" (MINERVA; BIRU; ROTONDI, 2015), o qual estabelece uma visão geral das definições existentes e suas progressões até a data de sua publicação, então selecionou-se algumas definições presentes neste documento, afim de compreender as características da IoT.

Em seu relatório especial sobre Internet de Coisas emitido em março de 2014 (IEEE XPLORE DIGITAL LIBRARY, 2014) o IEEE descreveu a frase "Internet das coisas" como: "Uma rede de itens - cada um incorporado a sensores - que estão conectados à Internet".

Na descrição da IEEE é considerado apenas o aspecto físico, já o Projeto Casagras que objetiva estudar e divulgar o campo de IoT (PROJECT CASAGRAS, 2009), é mais amplo, tentando encapsular um conceito múltiplo:

IoT consiste em uma infraestrutura de rede global, ligando objetos físicos e virtuais através da exploração de capacidades de captura e comunicação de dados. Esta infraestrutura inclui a evolução da Internet e da rede existente. Oferecerá capacidade específica de identificação

de objetos, sensoriamento e conexão como base para o desenvolvimento de serviços e aplicações cooperativas independentes. Estas serão caracterizados por um elevado grau de captura de dados autônomos, transferência de eventos, conectividade de rede e interoperabilidade (PROJECT CASAGRAS, 2009, p. 13).

No documento utilizado como referência, além das citadas, são apresentadas algumas definições de *white papers*, com características práticas e comerciais, a qual destaca-se a apresentada por Mattern e Floekemeier (2010):

A Internet das coisas representa uma visão em que a Internet se estende para o mundo real envolvendo objetos do cotidiano. Os itens físicos não são mais desconectados do mundo virtual, mas podem ser controlados remotamente e podem atuar como pontos de acesso físico aos serviços de Internet. Uma Internet de coisas torna a computação verdadeiramente onipresente (MATTERN; FLOERKEMEIER, 2010, p. 242).

A partir das definições citadas, neste trabalho, considera-se a IoT como uma rede de dispositivos físicos conectados, que permitem a interação entre si e com objetos externos, através de interfaces de controle e sensoriamento, possibilitando grande quantidade de dados e diversas formas de interação entre o mundo virtual e o real.

Histórico

Nos últimos anos, a IoT tem atraído um interesse crescente da comunidade em geral, sendo cada vez mais citada e buscada nos diferentes meios de comunicação. Afirmar que pode ser constatada ao se observar os índices de pesquisa do termo “internet of things” na Internet, através do Google Trends (Figura 1), ferramenta que permite medir o índice de pesquisa de um determinado termo desde 2004 no buscador Google.

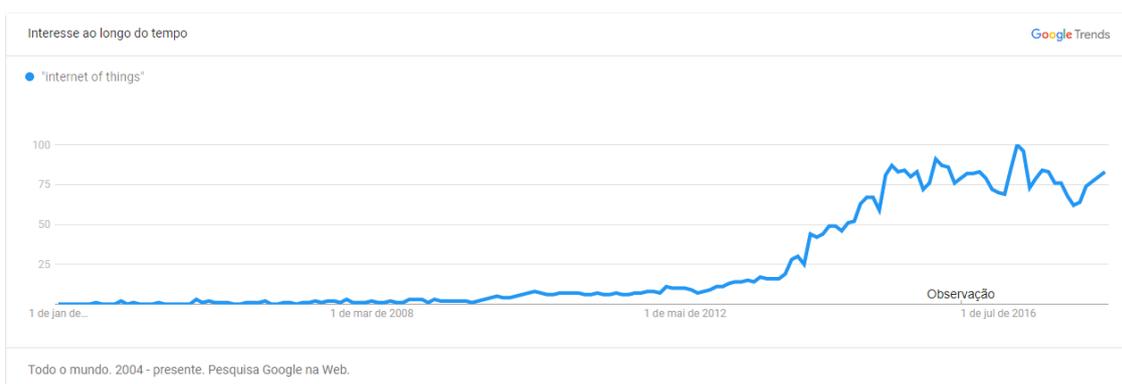


Figura 1 – Índice de pesquisas do termo “Internet of Things” de 2004 até 2017. (Fonte: <https://trends.google.com.br/>)

Considerando o apresentado na figura 1, visualiza-se um crescimento considerável, da quantidade de pesquisas, nos últimos 5 anos, do termo "internet of things", demonstrando o aumento do interesse pela área no últimos anos, porém, pode-se considerar os primeiros fatos históricos relacionados a IoT datado de 1969, com o surgimento da internet, e na sequência, em 1974 com o desenvolvimento do protocolo de internet TCP/IP, o qual, posteriormente seria padronizado, possibilitando uma rede conectada mundialmente (KEERTIKUMAR; SHUBHAM; BANAKAR, 2016).

Mas até 1990, apenas computadores estavam conectados à internet, então John Romkey e Simon criaram uma torradeira conectada à internet, tornando-se o primeiro equipamento, com exceção de computadores, conectado à internet (OWEIS *et al.*, 2016).

Em 1999, Kevin Ashton, popularizou o termo *Internet of Thing* pelo trabalho do seu centro de pesquisa no *Massachusetts Institute of Technology* (MIT), no qual começou a projetar e propagar uma infraestrutura de identificação de radiofrequência (RFID) e utilizou pela primeira vez o termo *Internet of Thing* (SARMA; BROCK; ASHTON, 2000).

Em 2000, a LG, multinacional sul-coreana de eletroeletrônicos, anunciou planos da primeira geladeira conectada, a qual utilizaria RFID e códigos de barras presentes nos produtos, afim de controlar automaticamente os produtos armazenados. Já em 2002, ocorreu a primeira conferência especificamente sobre o tema IoT, em Zurich, reunindo diversos entusiastas e pesquisadores da área (RADUESCU, 2004).

Em 2005, o assunto adquiriu atenção global, através da publicação de um Relatório Internacional de Telecomunicações elaborado pela *International Telecommunication Union*, agência da Organização das Nações Unidas (ONU) para telecomunicações, nele é destacado o surgimento de uma rede dinâmica de objetos inteligentes, possibilitando que tudo esteja conectado (ITU, 2005).

Já em 2008, criou-se a IPSO Alliance, uma aliança realizada entre empresas, afim de promover o desenvolvimento e fomento de objetos conectados via internet (*smart objects*), com o foco em permitir a comunicação e interoperabilidade entre diferentes dispositivos (INTERNET PROTOCOL FOR SMART OBJECTS (IPSO), 2016).

Nos anos seguintes (2010-2014), empresas como a Google, Apple e Nest Labs, começaram a investir na IoT, realizando diversas pesquisas e testes, resultando em seus primeiros produtos de automação residencial (HomeKit), monitoramento da saúde (HealthKit), tecnologias vestíveis (Google Glass), dentre outros, como por exemplo, a tecnologia iBeacon (2014) desenvolvida pela Apple, que consiste em um protocolo de comunicação com geolocalização permitindo interação entre o contexto e objetos e que será explorada na seção 5 deste artigo, através de aplicações já desenvolvidas.

Esse aumento de investimentos e possibilidades na IoT, possui relação direta com o lançamento do protocolo de rede IPV6 em 2011, pois até então utilizava-se o protocolo IPV4, o qual permitia 4 bilhões de combinações de IP (endereços únicos conectados na internet) e ao ser expandido para o IPV6, permite a criação de mais de 340 undecilhões de endereços (ZABADAL; FRANCINNY; MURTA, 2017), possibilitando tecnologia de infraestrutura para muitos mais objetos conectados em rede e, assim, auxiliando no crescimento da IoT.

Acompanhando esse aumento do interesse pela tecnologia IoT, também em 2011, ela foi adicionada ao Ciclo Hype (Figura 2), publicação anual realizada pela consultoria Gartner e que rastreia os ciclos de vida da tecnologia, criando fases para as tendências tecnológicas, a IoT saiu do "gatilho de tecnologia" em 2011, para o "Pico de Expectativas Infladas" no Ciclo de Hype em 2014 (Figura 3).

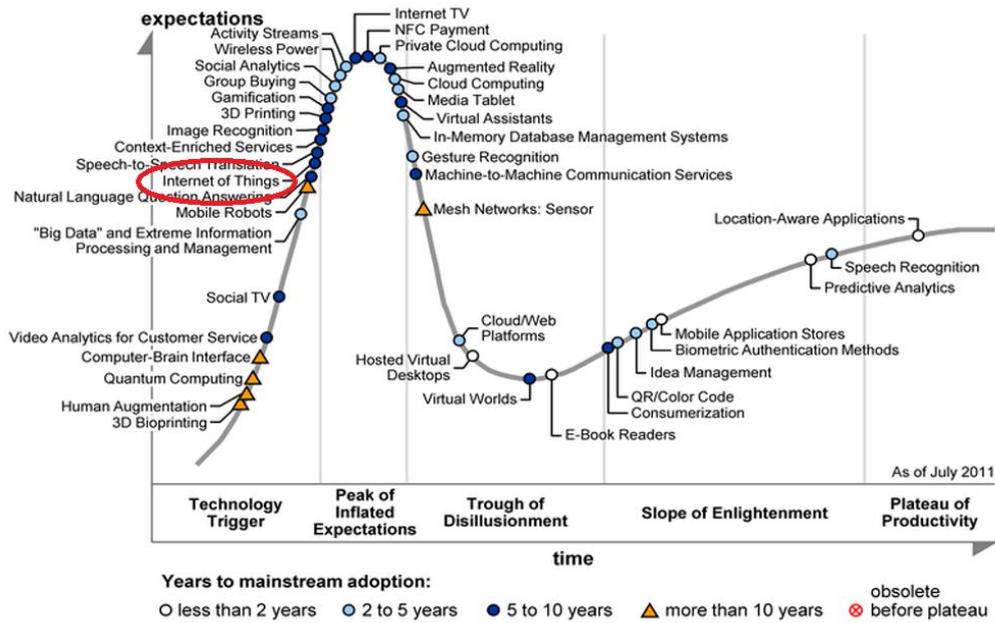


Figura 2 – Hype Cycle das tecnologias emergentes de 2011.

Fonte: (GARTNER, 2011)

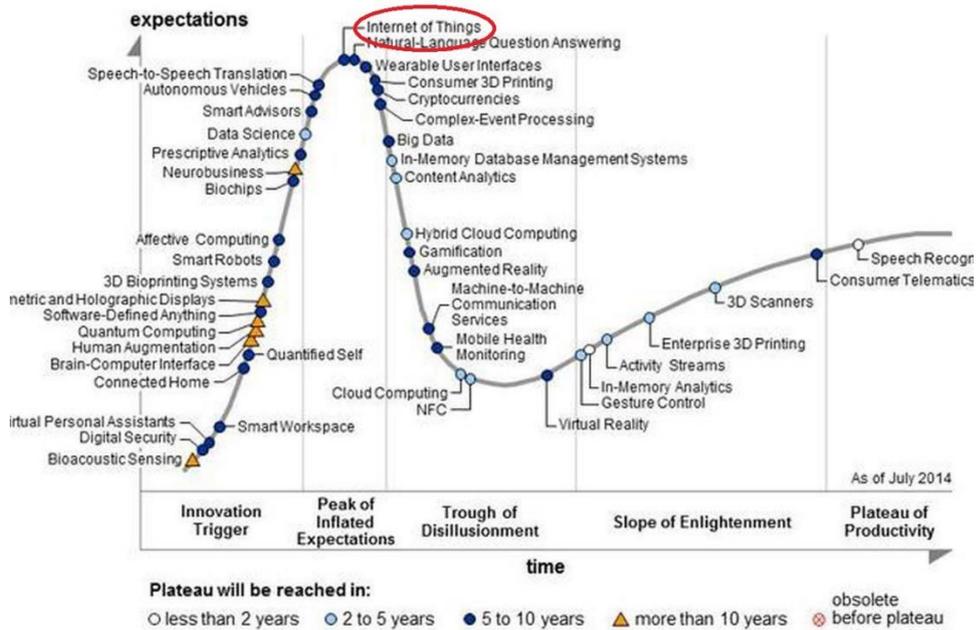


Figura 3 – Hype Cycle das tecnologias emergentes de 2014.

Fonte: (RIVERA, 2014)

Assim, não é possível negar as possibilidades a partir da IoT, inclusive alguns autores a interpretam como uma revolução, que representa o futuro da computação e da comunicação, possuindo um alto potencial para mudar as mais variadas áreas do conhecimento (LU TAN; NENG WANG, 2010; MIORANDI *et al.*, 2012; ZABADAL; FRANCINNY; MURTA, 2017).

Vale ressaltar que uma tecnologia, ao ser inserida no Ciclo de Hype, projeta-se um ciclo de vida dela, a qual guia futuras decisões e demonstra o grau de maturidade da mesma. Com a IoT ascendendo nos anos seguintes do Hype, demonstra-se que a tecnologia se tornou uma realidade, possibilitando diferentes oportunidades e usos, tanto que no último ciclo publicado pela Gartner, separou a IoT em diferentes tecnologias, prevendo que 8,4 bilhões de coisas conectadas serão utilizadas em todo o mundo em 2017, um aumento de 31% em relação a 2016 e atingirá 20,4 bilhões até 2020. O gasto total em pontos finais e serviços atingirá quase US \$ 2 trilhões em 2017 (PANETTA, 2017).

3. IoT na Educação

Nesta seção será apresentado uma visão geral da IoT, focando sua aplicação na área educacional, tomando como base os relatórios NMC Horizon Report, publicados a partir de 2012, elencando tendências e exemplos já realizados, bem como uma discussão sobre a temática.

O termo IoT, conforme definido na seção anterior, foi citado a primeira vez como aplicação educacional, no relatório NMC Horizon de 2012, o qual considerava uma tendência futura de longo prazo (quatro a cinco anos), associando a IoT como a próxima geração de objetos inteligentes (*smart objects*), destacando a conexão entre objetos físicos e informação, a facilidade de monitoramento, acesso e uso (JOHNSON; ADAMS; CUMMINS, 2012).

No âmbito educacional, o relatório destaca as vantagens para as organizações (escolas) no uso da tecnologia como uma ferramenta de gestão, auxiliando na administração sustentável de recursos energéticos, monitoramento e controle remota via Internet, aplicando em toda a estrutura da organização, automatizando laboratórios, controlando equipamentos, inventário e acesso de professores e alunos as instalações físicas da organização.

Nos relatórios seguintes, de 2013 e 2014, não ocorreu um destaque específico da IoT, mas a considerou uma tecnologia emergente e destaca-se as tecnologias vestíveis (*Wearable Technology*), as quais podem ser consideradas relacionadas com IoT, sendo citadas aplicações no ensino de programação, medicina e moda.

Já no relatório de 2015, a IoT é novamente ressaltada, mas ainda foi classificada como uma tendência futura de longo prazo (quatro a cinco anos), sendo considerada uma tecnologia importante no desenvolvimento da tecnologia educacional para o Ensino Superior, mais próxima da realidade educacional e benéfica através do conceito de "Hypersituation" (JOHNSON, L., ADAMS BECKER, S., ESTRADA, V., AND FREEMAN, 2015).

Segundo o relatório, "Hypersituation" é a capacidade de ampliar o conhecimento com base na localização do usuário, contextualizando-o de sua geolocalização, ou seja, estudantes que transportam dispositivos conectados com eles podem se beneficiar de uma série de informações interdisciplinares que lhes são disponibilizadas pelo entorno, assim otimizando o

processo de ensino-aprendizagem, proporcionando muitas possibilidades, tal como a de um aluno explorar uma cidade histórica conectada, por uma lente arquitetônica, política ou biológica (JOHNSON, L., ADAMS BECKER, S., ESTRADA, V., AND FREEMAN, 2015).

No relatório de 2016, a IoT não é ressaltada, voltando a ser destaque no relatório de 2017, onde agora é considerada uma tendência futura de médio prazo (dois a três anos), acompanhando a previsão realizada em 2015, mostrando a tendência de consolidação da tecnologia no meio educacional, com governos e instituições de ensino aplicando as capacidades da IoT através de dispositivos conectados, que estão gerando dados sobre a aprendizagem do aluno e a atividade do campus, informando a direção da entrega de conteúdo e o planejamento institucional (ADAM BECKER *et al.*, 2017; NMC HORIZON REPORT, 2016).

O relatório destaca um crescimento explosivo nesta área, principalmente pelo fato das parcerias entre instituições de ensino e indústria, o qual proporciona aos alunos experiências práticas de projeto, equipando-os com as habilidades para atender às necessidades do mercado.

A partir de parcerias e iniciativas como as citadas, será possível, aplicar a IoT na educação, através de objetos pedagógicos inteligentes, onde vários assuntos podem ser aprendidos e contextualizados.

Por exemplo, um professor poderia desenvolver um projeto de IoT de monitoramento do meio ambiente com os alunos em uma aula de biologia, onde além de ensinar os conceitos de biologia, seria possível relacionar outros conceitos, como geografia e história, através dos conceitos de geolocalização e de histórico da região, matemática, pela necessidade de utilização de dados estatísticos, de ciências sociais, demonstrando a consciência social e sustentabilidade aos estudantes.

Diante disso, a IoT, adequadamente aplicada no contexto educacional, afetará a forma de ensinar e aprender, redesenhando os métodos tradicionais, quebrando paradigmas.

4. Desafios e Oportunidades para *IoT* na Educação

A IoT traz enormes desafios e oportunidades para a educação, primeiro devido ao crescimento da computação ubíqua (WEISER, 1991), a qual refere-se a onipresença da computação em nosso cotidiano, estamos acostumados a conviver e viver em meio a tecnologia, e segundo ao desenvolvimento tecnológico necessário para atender as demandas da IoT, como por exemplo, a computação em nuvem e o big data, onde análises e interpretação de grande quantidade de dados, são úteis não apenas na melhoria do processo de ensino e qualidade da pesquisa, mas também no desenvolvimento de uma sociedade IoT e incentivo a uma nova cultura digital que será responsável por uma mudança no paradigma instrucional tradicional (ALDOWAH *et al.*, 2017).

Neste processo de mudança de paradigma e na efetiva utilização da IoT na educação, alguns desafios deverão ser vencidos, dentre eles, alguns possuem relação com o ponto de vista

tecnológico, a implementação de uma aplicação IoT requer a integração de várias tecnologias de hardware e software, as quais implicam em questões de: disponibilidade, fornecimento de energia sustentável, identificação e endereçamento, escalabilidade na Internet, confiabilidade, segurança e privacidade, armazenamento dos dados, padronização e comunicabilidade entre diferentes dispositivos e interfaces (BUYA; DASTJERDI, 2016; KOPETZ, 2011; WORTMANN; FLÜCHTER, 2015).

Outros desafios estão relacionados ao desenvolvimento de recursos didáticos, capacitação e treinamento, é necessário desenvolver treinamento para professores, pois são os principais agentes de mudança, mobilizadores de novas práticas educacionais e responsáveis por estabelecer os princípios orientadores para o uso efetivo dessas novas tecnologias, criando uma cultura organizacional e replicando dentro de suas escolas. E, ao mesmo tempo, é necessário desenvolver recursos didáticos para que esses professores possam empregá-los em suas aulas (SILVA, R. DE A. *et al.*, 2017; ZABADAL; FRANCINNY; MURTA, 2017).

Destaca-se também os desafios relacionados a políticas colaborativas e de financiamento, tanto para o avanço da tecnologia quanto para capacitação, treinamento e desenvolvimento de recursos didáticos. As tecnologias da informação e comunicação continuarão a evoluir ano a ano, paralelamente os custos para se manter a infraestrutura tecnológica necessária, treinar professores e desenvolver novos recursos também, assim se torna necessário políticas de colaboração entre organizações, afim de otimizar a infraestrutura, compartilhar conhecimento e reduzir custos.

5. Iniciativas de IoT na Educação

Nesta seção, serão apresentadas iniciativas que envolvem o uso do IoT na educação, baseando-se no relatório NMC Horizon de 2017, nos anais do II Workshop Brasileiro sobre Internet das Coisas na Educação - 2017, e em buscas realizadas na internet. Na tabela 1, apresenta-se um resumo dessas iniciativas.

Tabela 1 – Projetos e Iniciativas de IoT na educação

Instituição/Fonte	Projeto/Iniciativa	Descrição
University of Wisconsin–Madison (ADAM BECKER <i>et al.</i> , 2017)	Internet of Things Lab http://iotcenter.engr.wisc.edu/	Neste laboratório, os alunos têm acesso a tecnologias emergentes para transformar ideias em realidade, como o <i>Safe Cycle</i> , um dispositivo que, através de sensores alerta os ciclistas de veículos próximos. As empresas juntaram forças com o laboratório para oferecer aos alunos apoio ao desenvolvimento de negócios, proporcionando retirar ideias do papel.
Comissão Europeia Erasmus+ (ADAM BECKER <i>et al.</i> , 2017)	IOT-OPEN.EU http://iot-open.eu/	A iniciativa apoia a criação de um módulo de educação online focado na Internet das coisas, no qual estudantes de diferentes universidades europeias se conectam a um

		laboratório remoto para aprender sobre hardware, infraestrutura e aplicativos móveis da IoT. Os materiais de aprendizagem, são de acesso aberto e podem ser integrados em diferentes cursos e disciplinas.
ThingLearn (MOREIRA <i>et al.</i> , 2018)	ThingLearn http://www.thinglearn.com/	Projeto norte americano que objetiva facilitar o processo de ensino-aprendizagem através de ferramentas e tecnologias inovadoras, possibilitando que professores tenham as ferramentas certas para ensinar essas tecnologias. O site inclui projetos iniciais, intermediários e avançados que ajudarão os alunos de todas as idades a descobrir as possibilidades a partir de dispositivos IoT.
The Internet of (School) Things (MOREIRA <i>et al.</i> , 2018)	lot School http://iotschool.org/	Projeto do Reino Unido, mantido pela Intel Education, que objetiva transformar a forma como os alunos aprendem sobre o mundo. Trabalham com professores e alunos projetando dispositivos conectados e materiais de aprendizagem, no formato de KITS, afim de incentivar as pessoas a explorar a Internet das coisas. Os materiais de aprendizagem foram projetados para que os educadores usem os kits para ensinar uma grande quantidade de assuntos.
Universidade Federal de Alagoas (UFAL) (SILVA, R. D. A. <i>et al.</i> , 2017)	PB-SmartClass	Modelo desenvolvido para incorporar dispositivos inteligentes projetados para funcionar em redes de Internet das Coisas, afim de criar um ambiente otimizado, atrativo e engajador para alunos e professores. A proposta utiliza-se o modelo Project-Based Learning com auxílio dos módulos da Smartclass, através de personalização do conteúdo, colaboração e ambientes envolventes.
Universidade de São Paulo (ICMC/USP) (BONDANÇA; BRAGA; BRANCO, 2017)	Museus Virtuais e Ecomuseus	Desenvolveu-se uma solução de IoT, utilizando um aplicativo de celular em conjunto com a Web física e <i>bluetooth low energy beacons</i> , afim de permitir a interação dos visitantes do museu com as atrações,

através da aproximação física com os objetos expostos no museu, possibilitando que a cada aproximação o visitante descubra o museu, assim aproximando a realidade escolar e o emprego de tecnologias de informação e comunicação com os conceitos e histórias presentes no museu.

As iniciativas da *University of Wisconsin* e da Comissão Europeia, são citadas no relatório NMC Horizon de 2017, demonstram o potencial educacional, referindo-se a aplicações que já são realizadas no âmbito universitário, correspondem a grupos consolidados que buscam a colaboração entre instituições de ensino e empresas, desenvolvendo a inovação, pesquisa e aprendizagem colaborativa.

Já os projetos do ThingLearn e da The Internet of (School) Things, foram citadas no trabalho de Moreira (2018) o qual abrange a utilização da IoT na educação, esses projetos expandem as possibilidades da IoT, uma vez que através do acesso aos seus sites na internet, disponibilizam ferramentas e projetos, para que professores e alunos, explorem as possibilidades da IoT, aplicando de diferentes formas e otimizando o processo de ensino aprendizagem, de forma colaborativa.

O modelo proposto pelo PB-SmartClass, é uma arquitetura para uma sala de aula futurística, o artigo de Silva et al. (2017) idealiza esse modelo, inserindo diversos módulos que interagem entre si, objetivando gerar a experiência almejada para uma nova sala de aula em que se utiliza os conceitos de IoT e de ensino baseado em problemas.

A ideia demonstrada e aplicada no projeto de Museus Virtuais e Ecomuseus de Bondança, Braga and Branco (2017), demonstra um grande potencial, pois realiza a interação entre visitantes, atrações do museu e tecnologia, a aplicação de tecnologias como o iBeacon permitem que os visitantes recebam as explicações e informações apenas por se aproximarem das atrações do museu, essa mesma tecnologia pode ser aplicada em diversos contextos, tanto educacionais como comerciais.

Todas as iniciativas/projetos citados, demonstram alguns potenciais da IoT na educação, porém as possibilidades são muitas, a utilização de tecnologias de geolocalização, dispositivos móveis, objetos inteligentes, dentre outros, alinhados aos conceitos de IoT diversificam as formas de ensinar e aprender.

6. Conclusão

Cada vez mais os dispositivos conectados estão presentes em nosso dia a dia, a computação ubíqua já é realidade, e a partir do objetivo explorado neste artigo, é praticamente impossível não considerar, em uma realidade próxima, o potencial de aplicação da IoT na educação como um todo, tanto nos ambientes físicos das escolas e universidades, como na forma de ensinar e aprender.

A IoT beneficiará todos os atores envolvidos no processo educacional, fornecendo ambientes inteligentes, com infraestrutura adequada e colaborativa, objetos pedagógicos conectados, proporcionando novas formas de facilitar a aprendizagem construindo um ecossistema inteligente, onde todos em qualquer lugar ou momento possam aprender e ensinar.

Porém, é importante destacar que para a IoT seja comumente aceita e introduzida no sistema educacional, deve-se enfrentar as incertezas, ter consciência dos desafios e possibilidades, além de garantir a conectividade e colaboração necessária entre todos e tudo.

Afim de concluir, contextualizando os desafios e incertezas provenientes da mudança do sistema educacional que a aplicação da IoT gerará, cita-se Edgar Morin do Livro “Os sete saberes necessários à educação do futuro” (MORIN, 2000), obra que nos faz refletir como deve ser nossa educação no futuro, no capítulo 5, o autor orienta-nos a refletir sobre as incertezas:

O possível se torna impossível e podemos pressentir que as mais ricas possibilidades humanas permanecem ainda impossíveis de se realizar. Mas vimos também que o inesperado torna-se possível e se realiza; vimos com frequência que o improvável se realiza mais do que o provável; sabemos, então, esperar o inesperado e trabalhar pelo improvável. (MORIN, 2000, p. 92)

Assim, encerra-se este artigo, induzindo uma reflexão sobre as incertezas que a aplicação da IoT gera ao repensar o sistema educacional, sendo necessário a pesquisa contínua, o trabalho improvável, objetivando tornar possível a mudança do paradigma educacional através da IoT.

7. Referências

- ADAM BECKER, S. *et al.* NMC Horizon Report: 2017 Higher Education Edition. [S.l: s.n.], 2017. Disponível em: <<http://cdn.nmc.org/media/2017-nmc-horizon-report-he-EN.pdf>>. Acesso em: 21 dez. 2017.
- ALDOWAH, H. *et al.* Internet of Things in Higher Education: A Study on Future Learning. *Journal of Physics: Conference Series*, v. 892, n. 1, p. 12017, set. 2017. Disponível em: <<http://stacks.iop.org/1742-6596/892/i=1/a=012017?key=crossref.d4cd29c5411746aa733f6457704968b9>>. Acesso em: 13 dez. 2017.
- BONDANÇA, N.; BRAGA, R.; BRANCO, K. C. Museus Virtuais e Ecomuseus - Uma experiência fazendo uso de IoT. 27 out. 2017, [S.l: s.n.], 27 out. 2017. p. 1313. Disponível em: <<http://www.br-ie.org/pub/index.php/wcbie/article/view/7519>>. Acesso em: 21 dez. 2017.
- BUYA, R.; DASTJERDI, A. V. Internet of Things. [S.l: s.n.], 2016. p. 378. Disponível em: <http://link.springer.com/10.1007/978-1-4471-5505-8_12>. Acesso em: 13 dez. 2017.
- GARTNER. *Gartner's Hype Cycle 2011: Social Analytics And Activity Streams Reach "The Peak"*. . [S.l: s.n.]. Disponível em: <<http://www.businessinsider.com/gartners-hype-cycle-2011-social-analytics-and-activity-streams-reach-the-peak-2011-8>>. Acesso em: 22 dez. 2017. , 2011
- GARTNER. Newsroom Gartner TM s 2015 Hype Cycle for Emerging Technologies Identifies the Computing Innovations That Organizations Should Monitor. *Gartner*, n. Stage 5, p. 2–3, 2015. Disponível em: <<https://www.gartner.com/newsroom/id/3114217>>. Acesso em: 21 dez. 2017.
- IEEE XPLORE DIGITAL LIBRARY. The Internet of Things. *IEEE Institute*, n. March, p. 20, 2014.

Disponível em: <<http://theinstitute.ieee.org/static/special-report-the-internet-of-things>>.

INTERNET PROTOCOL FOR SMART OBJECTS (IPSO). *Internet Protocol | About IPSO Alliance*. Disponível em: <<http://www.ipso-alliance.org/about-us/>>. Acesso em: 22 dez. 2017.

ITU. The internet of things. *ITU Internet Reports - Executive Summary*, p. 1–28, 2005.

JOHNSON, L., ADAMS BECKER, S., ESTRADA, V., AND FREEMAN, A. *Horizon Report: 2015 Higher Education Edition*. [S.l.: s.n.], 2015. Disponível em: <<http://cdn.nmc.org/media/2015-nmc-horizon-report-HE-EN.pdf>>. Acesso em: 21 dez. 2017.

JOHNSON, L.; ADAMS, S.; CUMMINS, M. *NMC Horizon Report: 2012 Higher Education Edition*. [S.l.: s.n.], 2012. v. 2012. Disponível em: <<http://www.nmc.org/publications/horizon-report-2012-higher-ed-edition>>. Acesso em: 21 dez. 2017.

KEERTIKUMAR, M.; SHUBHAM, M.; BANAKAR, R. M. Evolution of IoT in smart vehicles: An overview. out. 2016, [S.l.]: IEEE, out. 2016. p. 804–809. Disponível em: <<http://ieeexplore.ieee.org/document/7380573/>>. Acesso em: 31 dez. 2017.

KOPETZ, H. Internet of Things. [S.l.: s.n.], 2011. p. 307–323. Disponível em: <http://link.springer.com/10.1007/978-1-4419-8237-7_13>. Acesso em: 13 dez. 2017.

LU TAN; NENG WANG. Future internet: The Internet of Things. ago. 2010, [S.l.]: IEEE, ago. 2010. p. V5-376–V5-380. Disponível em: <<http://ieeexplore.ieee.org/document/5579543/>>. Acesso em: 13 dez. 2017.

MATTERN, F.; FLOERKEMEIER, C. From the internet of computers to the internet of things. 2010, [S.l.: s.n.], 2010. p. 242–259. Disponível em: <http://link.springer.com/10.1007/978-3-642-17226-7_15>. Acesso em: 21 dez. 2017.

MINERVA, R.; BIRU, A.; ROTONDI, D. *Define IoT - IEEE Internet of Things*. Disponível em: <<https://iot.ieee.org/definition.html>>. Acesso em: 21 dez. 2017.

MIORANDI, D. *et al.* Internet of things: Vision, applications and research challenges. *Ad Hoc Networks*, v. 10, n. 7, p. 1497–1516, 1 set. 2012. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1570870512000674>>. Acesso em: 14 dez. 2017.

MOREIRA, F. T. *et al.* The power of the internet of things in education: An overview of current status and potential. *Smart Innovation, Systems and Technologies*. [S.l.: s.n.], 2018. v. 80. p. 51–63. Disponível em: <http://link.springer.com/10.1007/978-3-319-61322-2_6>. Acesso em: 13 dez. 2017.

MORIN, E. *Os sete saberes necessários à educação do futuro*. [S.l.: s.n.], 2000.

NMC HORIZON REPORT. *Horizon Report - 2016 Higher Education Edition*. [S.l.: s.n.], 2016. Disponível em: <<http://cdn.nmc.org/media/2016-nmc-horizon-report-he-EN.pdf>>. Acesso em: 21 dez. 2017.

OWEIS, N. E. *et al.* Internet of Things: Overview, Sources, Applications and Challenges. [S.l.]: Springer, Cham, 2016. p. 57–67. Disponível em: <http://link.springer.com/10.1007/978-3-319-29504-6_7>. Acesso em: 22 dez. 2017.

PANETTA, K. Top Trends in the Gartner Hype Cycle for Emerging Technologies, 2017. *Gartner*, p. 1–5, 2017. Disponível em: <<https://www.gartner.com/smarterwithgartner/top-trends-in-the-gartner-hype-cycle-for-emerging-technologies-2017/>>. Acesso em: 21 dez. 2017.

PROJECT CASAGRAS. *CASAGRAS Final Report: RFID and the Inclusive Model for the Internet of Things*. *Scientific American*. [S.l.: s.n.], 2009. Disponível em: <https://docbox.etsi.org/zArchive/TISPAN/Open/IoT/low_resolution/www.rfidglobal.eu/CASAGRAS_IoT_Final_Report_low_resolution.pdf>. Acesso em: 21 dez. 2017.

RADUESCU, C. Towards an Ethnographic Study of Information Appliances: The Case of LG Internet Refrigerator. *Anale. Seria Informatică*, v. 2, n. 1, 2004.

RIVERA, J. *Gartner's 2014 Hype Cycle for Emerging Technologies Maps the Journey to Digital Business*. *Gartner Newsroom*. [S.l.: s.n.]. Disponível em:

<<https://www.gartner.com/newsroom/id/2819918>>. Acesso em: 22 dez. 2017. , 2014

SARMA, S.; BROCK, D.; ASHTON, K. The networked physical world. TR MIT-AUTOID-WH-001 MIT Auto-ID Centre,. *Auto-ID Center White Paper MIT- ...*, p. 1–16, 2000. Disponível em: <<http://222.autoidlabs.org/uploads/media/MIT-AUTOID-WH-001.pdf>>. Acesso em: 14 dez. 2017.

SAVOV, T. *et al.* Contemporary Technology Support for Education. *CBU International Conference Proceedings*, v. 5, n. 0, p. 802, 23 set. 2017. Disponível em: <<http://ojs.journals.cz/index.php/CBUIC/article/view/1029>>. Acesso em: 13 dez. 2017.

SILVA, R. D. A. *et al.* PB-SmartClass: Um Modelo Arquitetural Baseado em Projetos Colaborativos para Salas de Aula do Futuro. 27 out. 2017, [S.l: s.n.], 27 out. 2017. p. 1244. Disponível em: <<http://www.br-ie.org/pub/index.php/wcbie/article/view/7513>>. Acesso em: 21 dez. 2017.

SILVA, R. DE A. *et al.* Aplicando Internet das Coisas na Educação: Tecnologia, Cenários e Projeções. *Anais dos Workshops do Congresso Brasileiro de Informática na Educação*, v. 6, n. 1, p. 1256, 27 out. 2017. Disponível em: <<http://www.br-ie.org/pub/index.php/wcbie/article/view/7514/5309>>. Acesso em: 21 dez. 2017.

WEISER, M. The Computer for the 21st Century. *Scientific American*, v. 265, n. 3, p. 94–104, 1991. Disponível em: <<http://www.nature.com/doi/10.1038/scientificamerican0991-94>>. Acesso em: 21 dez. 2017.

WORTMANN, F.; FLÜCHTER, K. Internet of Things: Technology and Value Added. *Business and Information Systems Engineering*, v. 57, n. 3, p. 221–224, 2015. Disponível em: <<https://link.springer.com/content/pdf/10.1007/s12599-015-0383-3.pdf>>. Acesso em: 13 dez. 2017.

ZABADAL, B. M.; FRANCINNY, B.; MURTA, L. IoT e Seus Principais Desafios. *Revista Interdisciplinar de Tecnologias e Educação*, v. 3, n. 1, 26 jul. 2017. Disponível em: <<http://200.133.214.240/index.php/SInTE/article/view/333>>. Acesso em: 13 dez. 2017.