

O impacto da Internet das Coisas na educação: uma revisão

The impact of the Internet of Things on education: a literature review

El impacto de Internet de las Cosas en la educación: una revisión bibliográfica

Recebido: 20/08/2020 | Revisado: 30/08/2020 | Aceito: 02/09/2020 | Publicado: 04/09/2020

Luiz Gustavo Pereira da Silva

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3101-5363>

Instituto Federal do Triângulo Mineiro, Brasil

E-mail: gustavonettie@yahoo.com.br

Thiago Oliveira Lemos

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5126-4888>

Instituto Federal do Triângulo Mineiro, Brasil

E-mail: lemos.o.t@gmail.com

Hugo Leonardo Pereira Rufino

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7687-3375>

Instituto Federal do Triângulo Mineiro, Brasil

E-mail: hugo@iftm.edu.br

Resumo

A forma como produzimos e recebemos informações vem se alterando rapidamente com os avanços na área da Tecnologia da Informação e Comunicação. Dentre os avanços podemos destacar a *Internet* das Coisas, conceito que busca expandir o acesso à *internet* para todos os objetos que, uma vez conectados podem além de gerarem dados se tornarem agentes ativos na construção da informação. Por meio desta revisão bibliográfica procuramos entender como a *Internet* das Coisas afetará a área da educação analisando suas oportunidades e desafios neste campo. Apesar de se tratar de uma nova tecnologia já existem várias iniciativas de aplicação desse conceito para o ensino, nesse trabalho além de apresentarmos suas características gerais, também procuramos indicar quais delas tem se destacado positivamente e que tendem a se consolidar nos próximos anos.

Palavras-chave: Tecnologia da Informação e comunicação; Oportunidades e desafios; Características gerais.

Abstract

The way we produce and receive information has been changing rapidly with advances in the area of Information and Communication Technology. Among the advances we can highlight the Internet of Things, a concept that seeks to expand internet access for all objects that, once connected, can generate data and become active agents in the construction of information. Through this bibliographic review we seek to understand how the Internet of Things will affect the area of education by analyzing its opportunities and challenges in this field. Although this is a new technology, there are already several initiatives to apply this concept to teaching, in this work, in addition to presenting its general characteristics, we also try to indicate which ones have stood out positively and which tend to consolidate in the coming years.

Keywords: Information and communication technology; Opportunities and challenges; General features.

Resumen

La forma en que producimos y recibimos información ha cambiado rápidamente con los avances en el área de Tecnología de Información y Comunicación. Entre los avances podemos destacar Internet de las cosas, un concepto que busca expandir el acceso a Internet para todos los objetos que, una vez conectados, pueden generar datos y convertirse en agentes activos en la construcción de información. A través de esta revisión bibliográfica buscamos entender cómo el Internet de las cosas afectará el área de la educación mediante el análisis de sus oportunidades y desafíos en este campo. Aunque se trata de una tecnología nueva, ya existen varias iniciativas para aplicar este concepto a la enseñanza, en este trabajo, además de presentar sus características generales, también tratamos de indicar cuáles se han destacado positivamente y cuáles tienden a consolidarse en los próximos años.

Palabras clave: Tecnología de la información y la comunicación; Oportunidades y desafíos; Características generales.

1. Introdução

O mundo está cada dia mais conectado, não apenas por pessoas. Chegamos na era em que as coisas estão se conectando no que vem sendo chamado de *Internet das Coisas* (conhecida pelo termo em inglês *IoT-Internet of Things*). Nela além de dispositivos móveis, carros, eletrodomésticos e até nossas casas se conectam, “a ideia da *Internet das Coisas* é

integrar todos esses dispositivos à rede, que pode ser gerenciada a partir da *web* e, por sua vez, fornece informações em tempo real [...] permitindo a interação com as pessoas que os usam.” (Gómes et al., 2013, p. 132).

A evolução dos aparelhos digitais permite essa nova realidade, entretanto, somente com a evolução da *internet* é que de fato isto pôde se consolidar. A nova *internet* denominada 5G é capaz de suportar tamanha interação. Segundo Akpakwu:

As redes móveis 5G de última geração foram previstas para garantir que dispositivos maciços e novos serviços, como banda larga móvel aprimorada (eMBB), comunicações massivas *MachineType* (mMTC), comunicações críticas e operações de rede sejam eficientemente suportados. Espera-se que requisitos básicos, como alta taxa de transferência, baixa latência em termos de entrega de dados, alta escalabilidade para permitir um grande número de dispositivos, técnica eficiente de consumo de energia e o fornecimento de uma solução de conectividade onipresente para os usuários finais tenham suporte eficiente usando a rede móvel 5G para a *Internet* das Coisas. (Akpakwu, 2017, p. 3621).

A *internet* 5G garantirá que inúmeros aparelhos estejam conectados de forma simultânea e estável o que trará uma verdadeira revolução nas Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) que se tornaram cada vez mais onipresente. Os dispositivos computacionais nos cercam constantemente, mas seu potencial não é totalmente explorado o que poderá acontecer com a *internet* 5G.

Segundo Yamin (2004) a Computação Pervasiva é a proposta de um novo paradigma computacional, que permite ao usuário o acesso ao seu ambiente computacional de qualquer lugar, todo o tempo. O usuário poderá utilizar equipamentos com diferentes perfis de *hardware*, que poderão ter suporte a operação móvel ou não. Os equipamentos podem trocar informações entre eles sobre preferências do usuário e se antecipar quanto a suas ações. Na Computação Pervasiva a interação homem máquina deve ser constante, mas ao mesmo tempo invisível.

Neste cenário de onde a computação é onipresente e todas as coisas estão conectadas podemos imaginar o carro trocando informações com os *smartphones* sem a necessidade de ação do usuário, aparelhos de ar-condicionado podem ser ligados com a aproximação do dono, casas podem solicitar manutenção em defeitos sozinhas ou emitir alertas de perigo, até mesmo percepções de humor poderão ser percebidas e as condições de direção e moradia serem adequadas ao momento do usuário.

A IoT promete revolucionar a forma como os usuários se relacionam com o mundo que os cerca, isto impactará sem dúvida a forma como compramos, moramos e trabalhamos, mas também trará reflexos na educação uma vez que esta não está à margem das mudanças que ocorrem na sociedade.

Segundo De Amorim Silva et al. (2017) a IoT proporciona vantagens importantes para um desempenho aprimorado do ensino-aprendizagem, permitindo que objetos ou pessoas sejam rastreadas e localizadas em suas respectivas instituições, reduzindo esforço e tempo de atividades como a verificação da frequência do aluno, a localização de professores e o rastreamento de objetos. Em segundo lugar, é possível, com a utilização de dispositivos da neurociência, identificar acuradamente os aspectos afetivos do aluno, auxiliando o professor a melhor adequar o conteúdo para um indivíduo ou para a sala como um todo. Por último, o uso de sistemas embarcados conectados na *internet* propicia uma imersão sem precedentes, tornando o ambiente mais interativo e adequado às necessidades modernas de aprendizado.

Este estudo buscou apresentar um panorama do que vem sendo pesquisado e aplicado sobre a IoT na educação destacando aquilo que vem sendo apontado nestes estudos como oportunidades e desafios na implementação deste novo conceito.

2. Metodologia

O trabalho desenvolvido foi uma revisão bibliográfica buscando informações sobre o tema proposto em bases de dados científicas, sites ou no site de busca *Google Scholar*¹. A revisão bibliográfica é o primeiro passo para a construção de conhecimento científico. Por meio desse processo é que se encontram lacunas e oportunidades para novas teorizações e pesquisas empíricas. (Botelho, Cunha & Macedo, 2011)

Foram selecionados diversos trabalhos científicos e publicações em sites especializados que apresentaram pontos fundamentais para compreensão sobre a IoT no meio educacional, sendo os trabalhos concentrados em sua maioria nos últimos cinco anos. Gil (2002) aponta que pesquisas com propostas de análise das diversas posições acerca de um problema, na maioria dos casos são realizadas mediante fontes bibliográficas, exclusivamente.

Foram pesquisados vários estudos em língua portuguesa e inglesa para elucidar de forma completa como a IoT funciona, assim como sua utilização pelas instituições de ensino e

¹ <https://scholar.google.com.br> - site que possibilita buscas direcionadas para área acadêmica.

suas possíveis aplicações em um futuro próximo, para melhoria da qualidade do processo de ensino e aprendizagem. Os descritores utilizados para esta pesquisa foram “educação”, “*Internet* das Coisas”, “escola” e “ensino”, bem como suas traduções para o idioma inglês.

Após o levantamento preliminar foram excluídos aqueles documentos retornados que não atendiam aos critérios estabelecidos, sendo eles, o trabalho ter sido voltado à prática educativa ou a gestão escolar, o documento ter sido disponibilizado integralmente e não estar duplicado em outra base.

Após este filtro foram selecionados 35 trabalhos que fornecem uma visão geral desta tecnologia e também com foco na educação. Os estudos contam com pesquisas voltadas a arquitetura dessa tecnologia e também com aplicações práticas e locais de ensino.

A seguir detalhamos como a IoT surgiu e se desenvolveu, bem como suas principais características técnicas.

2.1 Do começo da IoT ao que é hoje

Pode se dizer de forma simples que tudo começou com uma torradeira, porém não um equipamento qualquer. A torradeira inventada por John Romkey podia ser ligada e desligada pela *internet*, algo muito raro para o ano de 1990 (Mancini, 2018). Esse fato seria a primeira coisa ligada na *internet*, porém o termo IoT só surgiu em uma conferência de negócios, em 1999, na qual Kevin Ashton funcionário do MIT (*Massachusetts Institute of Technology*) apresentou um trabalho relacionado ao uso de etiquetas RFID (em inglês *Radio-Frequency Identification*). Em um artigo Ashton afirma ser o possível criador do termo naquela conferência (Ashton, 1999). As etiquetas recebem informações eletronicamente, possibilitando rastreamentos de objetos dentro de um determinado ambiente para controle, devido sua identificação por radiofrequência (O que é RFID?, 2020). Depois disso a evolução não parou e podemos acompanhar o pensamento dos autores que apontam:

Hoje a *Internet* das Coisas é uma expressão difundida na mídia por apresentar uma verdadeira revolução nos ambientes, transformados em ambientes inteligentes ao reunir uma rede de objetos físicos equipados com componentes eletrônicos, como *softwares* e sensores, que coletam e trocam dados entre si e com o usuário. (Cunha & Sergl, 2018, p. 34).

Para entender como o sistema da IoT funciona vamos separar as palavras da expressão “*Internet das Coisas*” para ilustrar didaticamente esse paradigma da informação. Para o termo Coisas, podemos relacionar aos objetos inteligentes (sensores de calor, geladeira conectada, computador, *smartphone*, lâmpadas, câmeras, fechadura conectada, etc.), e para *internet* entendemos a possibilidade de troca de dados/informações pela rede mundial virtual de “computadores”. Bassi e Horn (2008, apud Carrion & Quaresma, 2019)

De modo resumido Carrion & Quaresma (2019, p. 53) definem a IoT assim “trata-se de um ecossistema que conecta objetos físicos, através de um endereço de IP ou outra rede, para trocar, armazenar e coletar dados para consumidores e empresas através de uma aplicação de *software*.”

Esta é uma visão mais relacionada ao mercado ou ao mundo dos negócios, mas importante para notar as ilimitadas possibilidades dessa tecnologia na sociedade.

O ecossistema, ambiente definido na IoT, pode possuir diversos objetos como por exemplo o *smartphone* de um usuário, um sensor de calor em uma cozinha, um carro entre outros, os quais poderão gerar dados de monitoramento de determinado local, por exemplo. Esses objetos necessitam de uma forma de se comunicarem, no caso a rede sem fio ou até mesmo a cabeada, permitindo a troca desses dados tanto entre usuários como também entre os próprios objetos. Para Santos et al. (2016, p. 5), “a IoT pode ser vista como a combinação de diversas tecnologias, as quais são complementares no sentido de viabilizar a integração dos objetos no ambiente físico ao mundo virtual”.

Além disso estes dados gerados pelos objetos precisam ser gerenciados e agregam valores à vida dos cidadãos. Para isso é fundamental serem transformados em informações para os usuários, e sendo assim, algum servidor computacional em algum lugar, conectado à *internet* precisa armazenar os dados para serem analisados para ocorrer a transformação.

É importante fazer uma definição de dados, informação e conhecimento, para um entendimento mais claro do que está sendo argumentado. Davenport e Prusak (1998, p.18) resumem uma definição para dado, informação e conhecimento que pode ser visualizada no quadro 1, facilitando a diferenciação e a interpretação do que representa os três substantivos:

Quadro 1 - Definição de dados, informação e conhecimento.

Dados, informação e conhecimento		
Dados	Informação	Conhecimento
<ul style="list-style-type: none">· Simples observações sobre o estado do mundo· Facilmente estruturado· Facilmente obtido por máquinas· Frequentemente quantificado· Facilmente transferível	<ul style="list-style-type: none">· Dados dotados de relevância e propósito· Requer unidade de análise· Exige consenso em relação ao significado· Exige necessariamente a mediação humana	<ul style="list-style-type: none">· Informação valiosa da mente humana· Inclui reflexão, síntese, contexto· De difícil estruturação· De difícil captura em máquinas· Frequentemente tácito· De difícil transferência

Fonte: Davenport, Prusak – (1998 - p.18).

Ao analisar o Quadro 1 fica evidente que para chegar ao conhecimento de determinado assunto precisamos de informações e dados, sendo os últimos sozinhos, insuficientes para solucionar problemas ou propor melhorias, podendo ser considerados a matéria-prima que precisa ser lapidada. “O conhecimento deriva da informação da mesma forma que a informação deriva de dados. Para que a informação se transforme em conhecimento, os seres humanos precisam fazer virtualmente todo o trabalho” (Davenport, 1998, p. 6).

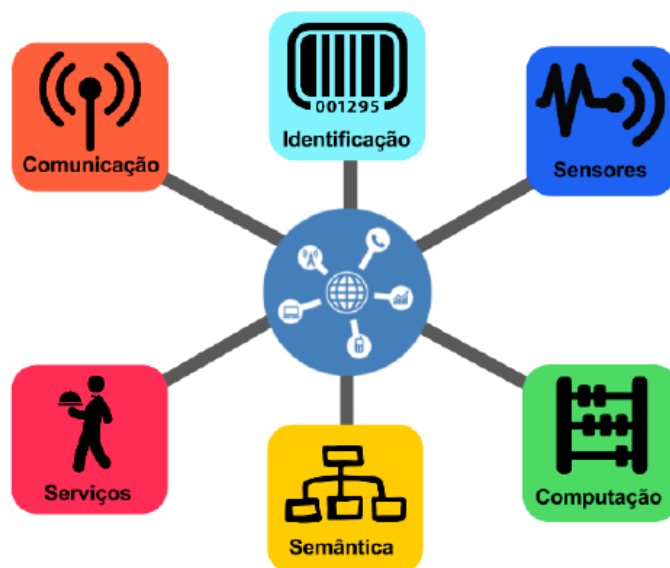
Como um simples exemplo dentro do contexto deste artigo podemos ilustrar a diferença de dados, informações e conhecimentos do seguinte modo: Um sensor de temperatura acusa 52 graus *celsius* (dado) em um determinado ambiente, envia uma

mensagem para o *smartphone* de um usuário qualquer (Temperatura no ambiente X é 52 graus *celsius*). Esta mensagem é uma informação para o usuário que conhece o local e sabe em qual valor a temperatura precisa permanecer. O conhecimento neste exemplo poderia ser o entendimento de como a temperatura do ambiente chegou aos 52 graus e o que isso somou de benefícios ou prejuízos para o usuário/ambiente.

2.2 Características de um sistema IoT

Santos et al. (2016) exibem 6 blocos básicos de construção da IoT sendo eles: Identificação, Sensores/Atuadores, Comunicação, Computação, Serviços e Semântica. Conforme a Figura 1, podemos visualizar as divisões propostas pelos autores:

Figura 1: Blocos básicos de construção da IoT.



Fonte: Santos et al. (2016, p. 6).

A Figura 1 exemplifica a ideia de combinação de tecnologias para a implementação da IoT, ilustrando que o agrupamento de diversos procedimentos possibilita a comunicação dos objetos que estão no meio físico, e ao mesmo tempo, coletando dados e conectados à internet.

Resumimos a ideia principal de cada bloco, conforme os autores apontaram, para aprimorar o entendimento sobre a IoT.

Computação: é a parte responsável por executar o processamento dos dados nos objetos inteligentes. Podemos considerar o processador o responsável por cálculos e decisões lógicas.

Identificação: envolve identificar todos objetos inteligentes, do ecossistema, para garantir a troca de dados entre os mesmos e com a *internet*. Assim como usado nas redes de computadores é possível usar o endereço IP para essa função.

Semântica: a função aqui é de gerar conhecimento, com a possibilidade de aprimorar serviços dentro da IoT.

Sensores/Atuadores: os sensores recebem/captam dados do local em que foram instalados, encaminhando os mesmos para outro dispositivo que pode armazená-los ou realizar outra atividade. Já os atuadores podem realizar alguma ação conforme dados recebidos/captados do ambiente.

Serviços: são diversas classes de serviços na IoT, para exemplificar vamos apresentar o serviço de Ubiquidade, no qual o computador ou a tecnologia está presente na vida do usuário de modo onipresente para facilitar e agregar funcionalidades importantes sem mesmo ser notado ou questionado, desse modo diversas pessoas usam alguma tecnologia sem mesmo perceber/saber que estão usando.

Comunicação: é fundamental na IoT, sendo responsável por estabelecer o meio para conectar os diversos objetos entre si e com os usuários. Um objeto inteligente isolado pouco pode oferecer para um conjunto de aplicações ou mesmo para um usuário conforme apresentado neste artigo.

Abaixo serão descritas algumas tecnologias de comunicação utilizadas:

1. RFID (*Radio Frequency Identification*) essa tecnologia permite a identificação por radiofrequência automaticamente por meio de sinais de rádio (O que é RFID?, 2020). Exemplo: Um objeto (crachá de trabalho) recebe uma etiqueta que possui informações de identificação, quando o funcionário entrar em determinado setor da empresa um leitor comunicará com a etiqueta e receberá informações da mesma. Desse modo alguma aplicação terá essas informações e poderá realizar alguma atividade planejada ou simplesmente registrar o acesso de alguma pessoa a determinado local.
2. Tecnologia NFC (*Near Field Communication*) ou na língua portuguesa Comunicação por Campo de Proximidade (CCP) é uma tecnologia de comunicação sem contato baseada em um campo de radiofrequência Foi projetada para uma distância de operação de alguns

centímetros, máximo 10, tornando difícil para os invasores roubarem os dados das operações (About the technology, 2020). É usada para pagamentos com cartão de crédito, fechaduras eletrônicas, também é possível habilitar essa função no *smartphone* e usar o aparelho para realizar pagamentos ou transferência de dados, além de outros modos para aplicação desta tecnologia (Nfc in action, 2020).

3. BLUETOOTH esta tecnologia de rádio, fornece soluções para atender às crescentes necessidades de conectividade sem fio. Pode ser usada para *streaming* de áudio, transferência de dados de baixa potência e serviços de localização interna e redes confiáveis de dispositivos em larga escala (Solutions to Meet Market Needs, 2020). Ao longo de sua existência passou por diversas evoluções, sendo a versão 5.2 a última atualização disponível no site (Solutions to Meet Market Needs, 2020).

4. *Wi-Fi* é uma tecnologia sem fio conhecida e utilizada em grande escala, baseada no padrão de comunicação sem fio 802.11 do Instituto de Engenheiros Eletrônicos e Eletricistas (IEEE), evolui continuamente, melhorando a velocidades, diminuindo a latência e possibilitando a utilização dos usuários em vários ambientes (residências, escritórios, praças, *shoppings*, escolas e outros diversos lugares), e, sendo utilizada por uma variedade de dispositivos (Discover Wi-Fi, 2020).

5. Redes *ADHOC* é uma tecnologia diferente da *Wi-Fi* uma vez que não existe a necessidade de um dispositivo específico para criar a rede de comunicação e conexão, sendo assim qualquer equipamento próximo será um nó da rede que recebe e envia informações (Redes Ad Hoc, 2020).

6. Rede de telefonia móvel já é uma realidade muito difundida em todo mundo, porém a evolução da 4G para 5G (quinta geração) melhora a tecnologia de transporte de dados em redes envolvendo dispositivos móveis. Especialistas apontam melhorias incrementais e qualitativas, o que pode proporcionar um enorme potencial para a IoT. No Brasil a Agência Nacional de Telecomunicações (Anatel) abriu consulta pública para receber contribuições ao edital de licitação para a oferta de serviços móveis relacionados ao 5G (Valente, 2020).

3. Resultados e Discussão

As TIC já fazem parte de boa parte das instituições de ensino espalhadas pelo mundo, aulas são disponibilizadas tanto presencialmente quanto virtualmente, os estudantes e

professores podem participar de fóruns *online* para trocar ideias ou mesmo criarem *blogs* para ilustrarem experiências. Sendo assim cabe-nos indagar como a IoT levará o ensino a um passo posterior.

A IoT pressupõe que todos os aparelhos com capacidade de processamento e de comunicação estejam conectados à *internet* onde as coisas “terão habilidades de comunicação umas com as outras, proverão e usarão serviços, proverão dados e poderão reagir a eventos.” (Santos et al., 2016, p. 3). Esta reação aos eventos a que se referem os autores é que torna a IoT especialmente interessante para a educação.

Diferentemente do modelo tradicional onde em geral o conteúdo de uma disciplina é passado em massa, ou seja, a informação é apresentada a classe de maneira única, ela poderia passar a ser, pelo menos em parte, segmentada para atender ao interesse específico de cada estudante, isto pode ser por exemplo como nos explicam De Amorim Silva et al.:

Essas redes podem também capturar informações de contexto, cruzando, por exemplo, dados escolares do aluno com situações cotidianas (e.g. visita a um parque histórico, a uma igreja, ou outra localidade) para sugerir conteúdo ou alguma ação específica para o usuário. (De Amorim Silva et al., 2017, p. 1262).

Sem que haja invasão de privacidade a coleta de informações de mobilidade do estudante pode apontar suas preferências e permitir ao professor criar e oferecer a ele material customizado e alinhado aos seus interesses pessoais criando maior significado no ensino, melhorando a subjetividade da educação e possibilitando a educação personalizada (Tianbo, 2012).

Processos avaliativos também podem mudar radicalmente. As avaliações podem se tornar mais precisas, menos manuais e com maior intensidade e duração. Educadores não precisarão mais atribuir notas para cada exame dos estudantes. Ao invés disso, poderão focar em atividades de aprendizado que tenham maior impacto nos estudantes. Quando conectadas à nuvem, as tecnologias de aprendizagem *online* poderão coletar o desempenho dos estudantes, que por sua vez, possibilitará o aprimoramento de planos de aula nos anos escolares seguintes. (How the Internet of Things Is Transforming Education, 2014)

Neste novo conceito os alunos são estimulados a utilizarem seus próprios equipamentos como *smartphones*, *tablets* ou *notebooks* em sala de aula para as atividades educacionais. A IoT permite também criar laboratórios vivos como nos mostram Tavares et al.:

Com as IoTs também é possível realizar os laboratórios vivos (Living Labs), por meio de ambientes miniaturizados como prédios, fábricas e outros tipos de cenários que são construídos em pequenas maquetes e inseridos em caixas. Esses cenários são totalmente sensorizados com dispositivos de baixo custo, onde é monitorado a luminosidade, acústica, temperatura, umidade e outros parâmetros mediante a definição do contexto e solicitação do que deve ser estudado. (Tavares et al., 2018, p.103).

Toda a informação gerada neste ambiente controlado é disponibilizada aos estudantes em tempo real nos seus dispositivos, deste modo eles podem acompanhar o experimento de maneira ágil e similar a forma com que estão acostumados a interagir com outros aplicativos da *internet*. Tudo isto favorece a aprendizagem do conteúdo e a aproximação com o docente.

A IoT permite ao estudante ter acesso a todo material de aula, projetos de pesquisa ou trabalhos em grupo em qualquer lugar e em todo momento desde que disponha de algum aparelho com capacidade de conectar-se com a *internet*. Isto permite aos discentes gerirem melhor seu tempo, estudar em momentos que geralmente não poderia e estar em permanente contato com os demais estudantes.

No passado o conhecimento estava armazenado em livros dispostos em uma biblioteca, para acessar suas informações era necessário se deslocar até lá. Isso já havia mudado com a *internet* e agora com a IoT mudou ainda mais. O acesso aos acervos de bibliotecas físicas tem mudado com o advento da tecnologia da informação e comunicação, oportunizando a consulta aos arquivos virtuais por meio de dispositivos eletrônicos em qualquer lugar e qualquer hora, e a IoT tem permitido a conexão em tempo real desses dispositivos. (De Araújo; Galhardo & Dos Santos, 2019)

Não trata-se apenas de acessar livros e documentos de uma biblioteca localizada em outro continente por um computador, com a IoT a visualização das informações pode se dar em qualquer lugar por meio de dispositivos portáteis, leves e com grande capacidade de processamento, e isto nos leva ao termo *U-learning*.

Para entendermos o *U-learning* primeiramente é necessário conhecermos um outro conceito, a Computação Ubíqua. O termo “computação ubíqua” foi cunhado pelo falecido Mark Weiser (1952 - 1999), descrito como “a tecnologia calma, que retrocede para o fundo de nossas vidas”. Sua visão permite que as pessoas e o meio ambiente, com a combinação de várias tecnologias computacionais, troquem informações e serviços a qualquer momento e em qualquer lugar (Yahya; Ahmad & Jalil, 2010). Fica evidente que o conceito da computação ubíqua está em total sintonia com a tecnologia da IoT, ou seja, é quando a tecnologia

computacional permeia nossas vidas de forma onipresente, sem as vezes nem dela nos darmos conta.

Neste sentido o *U-learning* também permite aos estudantes receber informações para seu aprendizado constantemente valendo-se dos mais variados recursos tecnológicos sem limitações físicas. Segundo Yahya, Ahmad e Jalil, explicam:

Essas limitações da aprendizagem generalizada foram superadas pela aprendizagem ubíqua através da integração de alta mobilidade no ambiente de aprendizagem. A comunicação entre os dispositivos e os computadores incorporados no ambiente permite que o aluno aprenda enquanto está em movimento, conectando-o ao seu ambiente de aprendizado. E obviamente mostra que o nível de integração e mobilidade dos dispositivos tem um impacto significativo no ambiente de aprendizagem. (Yahya, Ahmad & Jalil, 2010).

Um outro termo que também foi popularizado é o *E-learning*. Embora, a origem do termo *E-learning* originada durante os anos 80 não é completamente clara, em geral, refere-se à aplicação de ferramentas eletrônicas, aplicativos de *software* e *hardware* e processos baseados na *Web* para aprender, que se notabilizou como o Ensino a Distância - EAD. Atualmente, a prodigiosa evolução tecnológica e as ferramentas de comunicação possibilitam o aprendizado EAD por meio do enorme ambiente de aprendizado encontrado na *internet*. A IoT pode representar uma expansão do ecossistema de aprendizado, combinando a fisicalidade e a virtualidade. (Abbasy & Quesada, 2017)

O EAD tem expandido seus horizontes com a IoT por exemplo, existem soluções que permitem medir a atenção do estudante ao assistir um vídeo em um ambiente virtual de aprendizado, para isso a solução utiliza a câmera para capturar imagens e classificá-las de forma a entender a reação do aprendiz mesmo que a distância. (Novaes, 2018).

Mesmo o EAD pode se tornar pouco dinâmico e estático, exigindo que o estudante esteja preso a um computador de mesa acessando um ambiente pouco atrativo, e por mais que este estudante possa escolher o melhor horário para estudar ele ainda terá um tempo determinado de acesso, isto é, aquele de que dispor. “O uso de IoT auxilia com alguns problemas comuns de ambientes de ensino monolíticos, como a fragmentação do tempo de aprendizado e materiais de ensino pouco dinâmicos” (Fuzeto & Braga, 2016, p. 1335).

Dentro de salas de aula físicas inúmeros dados podem ser coletados e transformados em informação relevante para a construção de atividades pedagógicas. O termo *Big Data* surgiu com o volume crescente de dados com o qual nos deparamos, “*Big Data* é o termo que

descreve um enorme volume de dados estruturados e não estruturados armazenados” (De Oliveira Santos & De Freitas, 2016, p.4)

A quantidade de dados que serão absorvidos com os sensores da IoT dentro da sala de aula, da escola e de todos os demais ambientes que os estudantes frequentem será enorme, e só serão relevantes caso se transformem em informação estratégica. Conforme Albertin & De Moura Albertin:

Importante ressaltar que, como qualquer tecnologia, a IoT sozinha não traz todo o potencial de ganho, mas a combinação com as demais ferramentas (*big data, analytics, inteligência preditiva e cognitiva*, para citar algumas) permite efetivamente oferecer ferramental diferenciado para possibilitar otimizar as decisões e chegar a patamares de produtividade que precisamos, como planeta, atingir para atender à demanda esperada. (Albertin & De Moura Albertin, 2017, p. 15).

Tendo acesso as informações capturadas e tratadas, a tomada de decisão poderá ocorrer de forma mais assertiva em todos os níveis, seja no ensino ou na gestão educacional. A IoT pode mudar a forma como os campi e escolas são administrados a partir dos dados coletados.

A universidade de Turin implantou no campus Luigi Eninaudi um projeto de gestão de energia, com tecnologias da IoT. A ideia é transformar o campus em um laboratório vivo, coletando dados de dispositivos *wearables* e *smartphones*, adicionalmente aos métodos tradicionais de coleta de informações. Vários sensores fixos foram instalados em salas de aula, salas de estudo e bibliotecas para medir temperatura, umidade, CO2 e iluminação, para medir o nível de conforto interno e variáveis ambientais aprimorando a sustentabilidade e conforto no campus. Os estudantes participam diretamente enviando informações sobre a percepção da qualidade do ar e grau de conforto, por meio de aplicativos da universidade. (Bagheri & Movahed, 2016).

A saúde dos estudantes também é um fator que influencia seu potencial de aprendizagem, portanto a instituição de ensino também deve estar preocupada com a saúde de seu corpo discente e a IoT pode ajudar com isto. Existem dispositivos vestíveis que monitoram por longos períodos sinais fisiológicos dos estudantes de maneira não invasiva ou obstrutiva como relógios e pulseiras, equipamentos com RFID monitoram discentes que possuem risco de pressão alta e equipamentos podem monitorar em tempo real a evolução deles nas aulas de educação física (Bagheri & Movahed, 2016).

A segurança de alunos, professores e demais funcionários das instituições de ensino também pode ser melhorada com o emprego de IoT, por meio de tecnologias como RFID (*Radio-frequency Identification*) e NFC (*Near Field Communication*) usadas para gerenciar o acesso à salas, laboratórios e outros lugares de escolas e universidades. O RFID ou NFC são embutidos nos cartões de identificação (*ID cards*), que usarão os *ID cards* para acessar lugares específicos. No sistema fica registrado a presença do estudante e funcionários com data e hora do acesso, possibilitando um maior controle para a segurança. (Bagheri & Movahed, 2016).

3.1 Riscos da utilização de IoT

Um dos principais riscos da utilização de IoT é a segurança de dados, seja para proteger as informações coletadas seja para impedir que ataques aconteçam pela IoT. O volume de dados gerados nesta técnica é muito grande e carrega consigo informações pessoais dos alunos e demais membros da escola ou universidade, portanto é fundamental que esses dados estejam seguros.

Os riscos em relação à segurança e à privacidade se tornam outra preocupação. A vulnerabilidade dos dados coletados dos usuários e como estes serão utilizados precisam ser devidamente planejados com ações corretivas e preventivas para que a segurança e privacidade sejam asseguradas evitando assim, que os dados sejam utilizados para fins escusos e sem controle. Existem ademais, as carências de leis regulamentadoras tanto em nível jurídico quanto moral, e a criação de regras são essenciais para a segurança e a credibilidade no uso dessas tecnologias. (De Oliveira Santos & De Freitas, 2016, p. 15).

Por outro lado, o próprio equipamento incorporado ao conceito de IoT pode se tornar um risco. Segundo Krotov (2017) a plataforma IoT é suscetível a sérias ameaças de segurança, e em caso de violação, pode permitir que intrusos controlem objetos físicos remotamente. Criminosos poderiam invadir o sistema de gestão do campus e alterar alguns parâmetros, sejam os mais simples como o de temperatura ou de monitoramento. Consequentemente, teremos situações desagradáveis envolvendo toda a comunidade acadêmica, todos os usuários do campus, deflagrando em cancelamento de atividades, alarmes falso entre outros cenários.

Questões de armazenamento também são relevantes, o volume de dados gerado é imenso e conseguir tratar e guardar tudo isso requer muito investimento. Existe a preocupação

com a disponibilidade de recursos de *hardware* e memória. Novas formas de armazenamento necessitam de desenvolvimento devido ao grande número de dados coletados em tempo real. (De Oliveira Santos & De Freitas, 2016)

Um outro problema é a falta de padronização das tecnologias disponíveis para IoT, para que as coisas conversem entre si de maneira eficiente é preciso que existam protocolos padronizados entre elas, mas não existe um modelo padrão com conceitos e princípios bem definidos e, além disso, existe uma grande variedade de dispositivos inteligentes, tecnologias e aplicativos usados no ambiente educacional que criam ainda mais dificuldades na padronização. (Banica et al., 2017)

Fontes de energia capazes de suportar os mais variados dispositivos conectados também são um desafio, elas precisam ser pequenas e ao mesmo tempo dar autonomia adequada ao objeto e a um baixo custo, tudo isto requer investimento científico. Para que a IoT tenha êxito em fornecer uma participação verdadeiramente incorporada e digital de objetos, é necessário continuar a pesquisa sobre tecnologias de armazenamento de energia em miniatura de alta capacidade. Uma solução que pode contornar as deficiências do armazenamento de energia é a captação de energia do meio ambiente, que recarregaria automaticamente as pequenas baterias contidas nos objetos. (Sundmaeker et al., 2010)

Por fim é imprescindível pensar na dependência de conexão com a *internet* sem fio, pois não faria sentido neste modelo possuímos coisas utilizando cabos. Reiter (2014) diz que com vários padrões implantados no mercado, espalhando-se por várias faixas de frequência e usando diferentes protocolos de comunicação, escolher a tecnologia de conectividade sem fio certa para um aplicativo de IoT pode ser bastante desafiador.

A escolha do protocolo de rede e de equipamento adequados pode garantir eficiência, maior segurança e também economia. Como na grande maioria das instituições de ensino não há uma pessoa com conhecimento técnico apropriado para esta definição o estabelecimento de parcerias com empresas ou outros órgãos do setor pode ser interessante.

Sobre os desafios apresentados pela IoT Zorzal, et al.(2010) nos diz o seguinte:

Embora o conceito de IoT já exista há vários anos agora, ainda existem muitos problemas técnicos importantes que não foram resolvidos, incluindo heterogeneidade, escalabilidade, segurança, conectividade, energia, gerenciamento, nomeação e identificação. A complexidade desses problemas técnicos, especialmente em vista da natureza de muitos componentes da IoT com restrição de recursos e do uso de comunicações sem fio, exige uma visão arquitetônica unificada capaz de resolvê-los de maneira coerente. (Zorzal et al, 2010).

Os problemas relatados precisam de atenção para não se tornarem um empecilho em qualquer projeto de IoT, proporcionando riscos e transtornos consideráveis aos usuários de ambientes que ignoram as questões técnicas no momento da implantação, conforme exposto anteriormente.

4. Considerações Finais

A IoT não é algo novo se considerarmos seu início em 1990 com a torradeira de John Romkey, porém analisando o contexto presente neste artigo é possível perceber que existe um percurso significativo a ser percorrido. Com relação a tecnologia da IoT apesar de toda evolução de *hardware*, *software*, equipamentos de conexão, sensores, entre outros fica evidente que persiste uma necessidade significativa para mais aprimoramento, padronização e novos desenvolvimentos para essa área.

Na parte educacional a IoT também precisa se aprimorar e continuar evoluindo para atender o principal objetivo da escola que é o processo de ensino e aprendizagem. São diversos exemplos positivos de aplicabilidade da IoT para aprimorar o processo educacional, porém nem todas as escolas possuem recursos para comprar os dispositivos necessários e tão pouco tem disponibilidade de pessoal especializado para implantação e gerência do ecossistema da IoT no ambiente escolar. Sem falar nos professores que precisam receber formação adequada para trabalharem e incluírem a IoT em suas práticas pedagógicas.

Por meio desta revisão bibliográfica podemos identificar que na área de educação a IoT continua sendo uma tendência com viés de crescimento no futuro, entretanto, ela já é uma realidade estabelecida em outros campos e a cada dia permeia mais a vida dos indivíduos. A decisão de implantação desta nova tecnologia nas instituições de ensino pode ou não ocorrer, mas o debate não pode ser ignorado, é preciso que educadores e gestores de políticas públicas nesta área analisem seus desafios e oportunidades.

A IoT integrará tudo e a todos e definitivamente a escola como parte integrante da sociedade e reflexo dela deve estar atenta a essas evoluções e se valer delas para o processo de ensino.

Como trabalhos futuros espera-se investigar como a IoT se comporta quando aplicada nos diferentes níveis educacionais, tendo em vista que sua efetividade pode variar entre as

séries iniciais e finais do ciclo de ensino. Além disso, é preciso avaliar mais detalhadamente o impacto econômico da aplicação desta tecnologia principalmente nas escolas da rede pública.

Referências

About the technology. (2020). Recuperado de: <https://nfc-forum.org/what-is-nfc/about-the-technology>.

Akpakwu, G. A., Silva, B. J., Hancke, G. P., & Abu-Mahfouz, A. M. (2017). A survey on 5G networks for the Internet of Things: Communication technologies and challenges. *IEEE access*, 6, 3619-3647.

Albertin, A. L., & de Moura Albertin, R. M. (2017). A internet das coisas irá muito além as coisas. *GV EXECUTIVO*, 16(2), 12-17.

Bagheri, M., & Movahed, S. H. (2016, November). The effect of the Internet of Things (IoT) on education business model. In *2016 12th International Conference on Signal-Image Technology & Internet-Based Systems (SITIS)* (pp. 435-441). IEEE.

Banica, L., Burtescu, E., & Enescu, F. (2017). The impact of internet-of-things in higher education. *Scientific Bulletin-Economic Sciences*, 16(1), 53-59.

Botelho, L. L. R., de Almeida Cunha, C. C., & Macedo, M. (2011). O método da revisão integrativa nos estudos organizacionais. *Gestão e sociedade*, 5(11), 121-136.

Carrion, P., & Quaresma, M. (2019). Internet da Coisas (IoT): Definições e aplicabilidade aos usuários finais. *Human Factors in Design*, 8(15), 049-066.

Core Specifications. (2020). Recuperado de: <https://www.bluetooth.com/specifications/bluetooth-core-specification>. Acesso em 12 maio 2020.

Cunha, G., & Seroglou, M. J. (2018). Internet das coisas e educação. *Humanidades & Inovação*, 5(4), 27-37.

Davenport, T. H. (1998). *Ecologia da informação: por que só a tecnologia não basta para o sucesso na era da informação*. Futura.

Davenport, T. H. (1998). *Conhecimento empresarial*. Elsevier Brasil.

de Amorim Silva, R., Nova, J. V., Vasconcelos, R., Calado, I., Branco, K. C., & Braga, R. (2017, October). Aplicando internet das coisas na educação: Tecnologia, cenários e projeções. In *Anais dos Workshops do Congresso Brasileiro de Informática na Educação* (Vol. 6, No. 1, p. 1256).

de Araújo, M. A., Galhardo, C. X., & dos Santos, V. M. L. (2019). A Internet das Coisas e suas implicações na Educação/The Internet of Things and its Implications in Education. *ID on line Revista de Psicologia*, 13(46), 231-242.

de Oliveira Santos, D., & de Freitas, E. B. (2016). A Internet das Coisas e o Big Data inovando os negócios. *REFAS: Revista FATEC Zona Sul*, 3(1), 4.

Discover Wi-Fi. (2020). Recuperado de: <https://www.wi-fi.org/discover-wi-fi>.

Fuzeto, R., & Braga, R. (2016, November). Um mapeamento sistemático em progresso sobre internet das coisas e educação à distância. In *Anais dos Workshops do Congresso Brasileiro de Informática na Educação* (Vol. 5, No. 1, p. 1334).

Gil, A. C. (2002). *Como elaborar projetos de pesquisa* (Vol. 4, p. 175). São Paulo: Atlas.

Gómez, J., Huete, J. F., Hoyos, O., Perez, L., & Grigori, D. (2013). Interaction system based on internet of things as support for education. *Procedia Computer Science*, 21, 132-139.

How the Internet of Things Is Transforming Education. (2014). Recuperado de: <https://www.zebra.com/us/en/blog/posts/2019/a-question-of-intelligence-what-is-iot-anyways.html>.

Kevin, A. (2009). That 'Internet of Things' thing. Publicado no RFID Journal.

Krotov, V. (2017). The Internet of Things and new business opportunities. *Business Horizons*, 60(6), 831-841.

Mancini, M. (2017). Internet das Coisas: História, conceitos, aplicações e desafios. *Project Management Institute–PMI*.

Nfc in action. (2020). Recuperado de: <https://nfc-forum.org/what-is-nfc/nfc-in-action/>.

Novaes, I. C. (2018, November). Internet das coisas na esfera educacional: aplicação e seus desafios. In *Congresso Transformação Digital 2018*.

O que é RFID?. (2020). Recuperado de: https://www.gta.ufrj.br/grad/07_1/rfid/RFID_arquivos/o%20que%20e.htm.

Redes Ad Hoc. (2020). Recuperado de: https://www.gta.ufrj.br/grad/09_1/versao-final/adhoc/redesadhoc.html.

Reiter, G. (2014). Wireless connectivity for the Internet of Things. *Europe*, 433, 868MHz.

Rfid. (2020). Recuperado de: https://www.gta.ufrj.br/grad/15_1/rfid/introducao.html.

Santos, B. P., Silva, L. A., Celes, C. S. F. S., Borges, J. B., Neto, B. S. P., Vieira, M. A. M., ... & Loureiro, A. (2016). Internet das coisas: da teoria à prática. *Minicursos SBRC-Simpósio Brasileiro de Redes de Computadores e Sistemas Distribuídos*, 31.

Shaari, H., & Ahmed, N. (2018). Improving performance and progression of novice programmers: factors considerations. *International Journal of Information and Education Technology*, 8(1).

Solutions to Meet Market Needs. (2020). Reduperado de: <https://www.bluetooth.com/learn-about-bluetooth/solutions>. Acesso em 12 maio 2020.

Sundmaeker, H., Guillemin, P., Friess, P., & Woelfflé, S. (2010). Vision and challenges for realising the Internet of Things. *Cluster of European Research Projects on the Internet of Things, European Commission*, 3(3), 34-36.

Tavares, S., Tori, R., Kofuji, S. T., Marcellos, L., & Garay, J. R. B. (2018). INTERNET DAS COISAS NA EDUCAÇÃO: ESTUDO DE CASO E PERSPECTIVAS. *South American Development Society Journal*, 4(10), 99-112.

Tianbo, Z. (2012, November). The internet of things promoting higher education revolution. In *2012 Fourth International Conference on Multimedia Information Networking and Security* (pp. 790-793). IEEE.

Valente, J. (2020). Agência Brasil explica: o que é a tecnologia 5G. Recuperado de: <https://agenciabrasil.ebc.com.br/geral/noticia/2020-03/agencia-brasil-explica-o-que-e-tecnologia-5g>.

Yahya, S., Ahmad, E., & Abd Jalil, K. (2010). The definition and characteristics of ubiquitous learning: A discussion. *International Journal of Education and Development using ICT*, 6(1).

Yamin, A. C. (2004). Arquitetura para um ambiente de grade computacional direcionado às aplicações distribuídas, móveis e conscientes do contexto da computação pervasiva.

Zorzi, M., Gluhak, A., Lange, S., & Bassi, A. (2010). From today's intranet of things to a future internet of things: a wireless-and mobility-related view. *IEEE Wireless communications*, 17(6), 44-51.

Porcentagem de contribuição de cada autor no manuscrito

Luiz Gustavo Pereira da Silva – 35 %

Thiago Oliveira Lemes – 35 %

Hugo Leonardo Pereira Rufino – 30 %