

Contribuições da IoT na Educação como Ferramenta de Apoio ao Processo Decisório na Gestão Educacional

Autoria

Rwrsilany Silva - rwrslany@hotmail.com

Mestrado Acadêmico em Administração - PPGMAD/Universidade Federal de Rondônia

Pós-Graduação em Planejamento Estratégico na Gestão Pública/Instituto Federal de Rondônia - IFRO

Cleice de Pontes Bernardo - cleicepontes@gmail.com

Mestrado Acadêmico em Administração - PPGMAD/Universidade Federal de Rondônia - UNIR

Carolina Yukari Veludo Watanabe - carolina@unir.br

Mestrado Acadêmico em Administração- PPGMAD/Universidade Federal de Rondônia - UNIR

Rosalia Maria Passos da Silva - rosaliapassos@unir.br

Mestrado Acadêmico em Administração - PPGMAD/Universidade Federal de Rondônia - UNIR

Jose Moreira da Silva Neto - msilva@unir.br

Mestrado Acadêmico em Administração - UNIR/Universidade Federal de Rondônia - UNIR

Resumo

Este ensaio teórico objetiva compreender as contribuições que o desenvolvimento da IoT oferece à educação, principalmente ao processo decisório, no auxílio à tomada de decisão, para o enfrentamento de alguns desafios vivenciados no sistema educacional. No aspecto metodológico tem a abordagem qualitativa e aplica procedimentos de levantamento bibliográfico que substanciam os conceitos de Internet das Coisas na educação e o processo decisório na educação, além de analisar os fenômenos à luz dos preceitos da Teoria Contingencial. Como resultado o trabalho apurou diversos contextos de aplicação dessa tecnologia à aprendizagem e ao mais eficiente gerenciamento da estrutura das organizações educacionais, além de indicar espaços de construção de alternativas ao tomador de decisão até então encobertos pela limitação de recursos tecnológicos. Por fim, este trabalho logrou êxito em apresentar alternativas viáveis de ferramentas e recursos para potencializar os valores e as práticas contempladas pelas várias abordagens acerca do tema estudado.

Contribuições da IoT na Educação como Ferramenta de Apoio ao Processo Decisório na Gestão Educacional

Resumo

Este ensaio teórico objetiva compreender as contribuições que o desenvolvimento da IoT oferece à educação, principalmente ao processo decisório, no auxílio à tomada de decisão, para o enfrentamento de alguns desafios vivenciados no sistema educacional. No aspecto metodológico tem a abordagem qualitativa e aplica procedimentos de levantamento bibliográfico que substanciam os conceitos de Internet das Coisas na educação e o processo decisório na educação, além de analisar os fenômenos à luz dos preceitos da Teoria Contingencial. Como resultado o trabalho apurou diversos contextos de aplicação dessa tecnologia à aprendizagem e ao mais eficiente gerenciamento da estrutura das organizações educacionais, além de indicar espaços de construção de alternativas ao tomador de decisão até então encobertos pela limitação de recursos tecnológicos. Por fim, este trabalho logrou êxito em apresentar alternativas viáveis de ferramentas e recursos para potencializar os valores e as práticas contempladas pelas várias abordagens acerca do tema estudado.

Palavras-chave: Internet das Coisas na Educação. Sala de Aula Inteligente. Aprendizagem. Processo Decisório na educação.

1. Introdução

Os objetos inteligentes já fazem parte da rotina da maior parte das pessoas e afetam o cotidiano e a forma de gestão dos negócios. Essas mudanças de alto impacto se devem, em grande parte, à tecnologia e conectividade embarcadas em itens ordinários que, até então, eram “apenas” objetos de uso limitado e estanque. Dentre tantos elementos tecnológicos emergentes, destaca-se a Internet das Coisas (IoT para *Internet of Things*), que, de acordo com Ashton (2014), refere ao conceito tecnológico que propõe a conexão de objetos físicos da vida cotidiana à internet, permitindo-lhes inúmeras aplicações de modo inteligente e sensorial.

Para Li *et al.* (2012) IoT é um conceito tecnológico com raiz em elementos de informação e tecnologia. Para os autores, assim como para Friedewald e Raabe (2011) e Kranenburg *et al.* (2011), esse fenômeno está associado à ubiquidade e pervasividade, representando uma inovação tecnológica sem paralelo, potencialmente causadora de altos impactos à cadeia de suprimentos da atual economia. Para Santaella (2013), a ubiquidade se reporta àquilo presente em todos os lugares e momentos, consistente, sempre à disposição e em atividade.

O uso de IoT na educação já é considerado uma nova fase de mudança que trouxe inexploradas oportunidades para a melhoria das condições de ensino-aprendizagem e de infraestrutura nas instituições (GUL *et al.*, 2017). Nessa perspectiva, o processo de tomada de decisão para a gestão da educação passa a contar com esses novos ativos educacionais: as informações integradas de várias fontes e objetos conectados aplicados à sala de aula.

Essas reflexões levam à seguinte questão: quais benefícios gerados pela IoT se aplicam à educação, bem como ao processo decisório frente aos desafios vivenciados no sistema educacional? Para responder a esta indagação, apresenta-se como objetivo geral compreender acerca das contribuições que os avanços da IoT oferecem à educação, principalmente ao processo decisório, no auxílio à tomada de decisão, para alguns desafios vivenciados no sistema educacional. E como objetivos específicos: caracterizar as proposições da IoT no âmbito da educação; apresentar possibilidades aplicáveis da tomada de decisão no sistema educacional e sistematizar as contribuições da IoT no cenário educativo por meio de um processo decisório.

Portanto, este ensaio discute aplicação do IoT especificamente no campo da educação. Embora a Internet das Coisas seja um tema recorrente em pesquisas da área nos últimos anos,

o mesmo não se pode afirmar sobre a investigação de sua adoção na educação. Neste artigo, serão apresentadas pesquisas recentes, desafios e perspectiva de impacto da IoT nesse campo.

Os procedimentos metodológicos usados nesse ensaio teórico foram a pesquisa exploratória e a descritiva com levantamento bibliográfico a partir de dados secundários, como livros, artigos científicos e websites. Este ensaio divide-se em quatro seções. Esta seção é dedicada à introdução que contextualiza o tema da pesquisa, expondo na sequência o problema abordado, objetivo geral e objetivos específicos e a estrutura do trabalho. Na segunda seção apresenta-se a fundamentação teórica do tema. A terceira seção contempla discussão e resultado da pesquisa. Por fim, são expostas as considerações finais.

2. Revisão Teórica

A base deste estudo é a Teoria Contingencial, que fornecerá elementos para conduzir a interpretação do cenário ora investigado. O levantamento bibliográfico em Cavichioli *et al.* (2017) sedimenta que o pilar da Teoria da Contingência tem como premissa o fato de não existir nada imutável e incontestável nas instituições, prevalecendo a dinâmica de mudanças constantes em sua realidade. A Teoria da Contingência visa apontar fatores contingenciais particulares, por exemplo: estratégia, estrutura e tecnologia - aos quais cada aspecto da estrutura organizacional precisa adequar-se. As características da organização, por sua vez, refletem a influência do ambiente em que ela está inserida.

Nesta conjuntura, o estudo da teoria da contingência passa a ter grande relevância no âmbito educacional, devido à necessidade de entendimento dos fatores que podem alterar o desempenho no âmbito educacional.

2.1. A aplicação da Internet das Coisas na educação

O termo *Internet of Things* (IoT) foi utilizado pela primeira vez em 1999 por Kevin Ashton ao se referir a um sistema por meio do qual um objeto do nosso cotidiano pode ser conectado à internet por meio de sensores. A partir desse novo paradigma, a interconectividade dos objetos e sua capacidade de executar atividades ordinárias sem a interferência humana migrou da ficção científica para o mundo real e presente (ASHTON, 2014).

A Cisco afirma que a IoT proporciona um ambiente conectado com indivíduos, processos, informações (bases de dados) e aparelhos para tornar as comunicações mais relevantes e com experiências mais proveitosas para atividades profissionais, sociais e acadêmicas por meio da internet (BARAKAT, 2016). Dado este conceito tem-se a Figura 1 para representar as diversas interações proporcionadas pela Internet de Todas as Coisas – IoE.

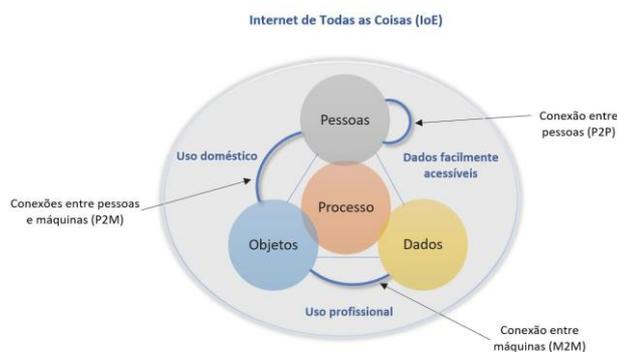


Figura 1: Internet de Todas as Coisas (*Internet of Everything*) – Cisco.

Fonte: Adaptado e traduzido de Barakat (2016).

Ao investigar a aplicação da IoT ao ambiente da educação, constata-se que essa tecnologia pode contribuir para a melhoria do sistema em vários níveis, incluindo a interação aluno-professor, aluno-aluno e aluno-aprendizagem, em ambientes como a escola, faculdade e

universidade de ensino. Essa tecnologia está sendo usada como um meio de ensino e pesquisa e, de acordo com Chin e Callaghan (2013), vem se consolidando como protagonista em ambientes educativos por propor mais possibilidades de interação entre as pessoas (estudantes e professores) e conteúdos no ambiente acadêmico (em meio físico e virtual).

Sob esses novos paradigmas, não há somente a transmutação da interação entre docente-discente, mas da construção da aprendizagem, pois “na era da Internet das coisas e das pessoas que se auto-orientam, a amplitude do ensinar e aprender pode ser denominada de ensinar e aprender ubíquos” (ZHANG, 2012, p. 792).

Esses estudos contemplam a perspectiva dos diversos atores afetados (gestores estudantis, professores, alunos e pais), os quais constituem fatores-chave na exploração do ambiente prévio à tomada de decisão.

2.2. O processo decisório na educação

O conceito cunhado de “homo economicus” pela Escola Clássica posiciona o indivíduo a partir da sua característica de racionalidade e capacidade de enfrentamento da complexidade. Como estudado por Simon (1956), essa racionalidade apresenta limitações sob o aspecto organizacional, cognitivo e político.

Simon (1960) identificou a existência de três momentos durante o processo decisório, quais sejam: no primeiro momento tem-se a fase de inteligência, na qual ocorre a exploração do ambiente; no segundo momento é verificada a fase de concepção que abrange a criação e a análise dos possíveis cursos de ação; e em um último momento, observa-se a fase de escolha, em que há a opção por uma das alternativas de ação.

Ao aplicar o processo racional de tomada de decisão, segundo Bazerman e Moore (2017, p. 4-6) devem-se seguir seis etapas: primeiramente deve **definir o problema**. Na segunda etapa deve-se **identificar os critérios** necessários ao processo de decisão, sendo desejável que esses sejam morais, técnicos e legais, garantindo neutralidade e objetividade à tomada de decisão. Na terceira etapa, deve-se **ponderar os critérios**, avaliando o impacto de cada critério definido. Na quarta etapa, deve-se **gerar alternativas**. Na quinta etapa deve-se **classificar cada alternativa segundo cada critério**, a partir da previsão de eventos futuros e avaliação de consequências potenciais das escolhas em análise. A sexta e última fase consiste na **identificação da solução ideal** devendo multiplicar as categorizações da etapa 5 pelo peso de cada critério; somar as categorizações ponderadas de todos os critérios para cada possibilidade; e escolher a solução cuja soma das classificações ponderadas seja a maior.

A concepção de classificação do processo decisório defendida por Simon (1960) não parece se opor à concepção hexafásica do processo explicada por Bazerman e Moore (2017), mas essas teorias podem ser complementares, como pode ser visualizado a partir da Figura 2:



Figura 2: Diagrama de Comparação entre teorias de classificação das etapas do processo decisório

Fonte: Elaborado pelos próprios autores a partir de Simon (1960) e Bazerman e Moore (2017).

Percebe-se que as classificações aqui debatidas podem ser complementares para evidenciar a complexidade característica do processo decisório, contemplando etapas próprias da fase de inteligência (definição do problema, identificação dos critérios e sua ponderação), outra pertencente à fase de concepção (geração de alternativas) e as últimas abrangidas pela fase de escolha (classificação das alternativas e identificação da solução ideal).

Segundo Silva *et al.* (2009), a habilidade para fazer uso de ferramentas de apoio à decisão permite o processamento de volumosos dados e exige dos indivíduos a capacidade de explorar, a partir do cotidiano, experiências e informações para orientar suas decisões. Nesse sentido, Silva (2015) corrobora ao dizer que o ambiente escolar pode proporcionar a geração de um imenso acervo de valiosos dados, como aqueles gerados e coletados nos ambientes virtuais de aprendizagem, resultados de testes, relatórios de acompanhamento de alunos e turmas, pesquisas censitárias, entre outros. Tem-se descoberto novas formas de lidar com esse “tesouro invisível” de posse dos gestores educacionais por meio da exploração da Mineração de Dados Educacionais, que possibilita apropriar-se do “conhecimento” presente nessas bases (SILVA, 2015). Em paralelo, tem-se a DBDM (em alusão ao termo em inglês *data-based decision making*) - Tomada de Decisão Baseada em Dados, que se propõe a investigar o impacto do desempenho escolar a partir de dados coletados de várias fontes.

A tomada de decisão baseada em dados contempla as dinâmicas individuais do aluno e seu desempenho específico, como também os espaços de aprendizagem coletiva, como as salas de aula. Desafios relacionados ao desempenho acadêmico dos alunos e ao comportamento problemático e adequado podem ser mais bem enfrentados com a análise de dados colhidos de forma sistemática (GEEL *et al.*, 2017). Visscher e Ehren (2011) afirmam que DBDM pode responder à necessidade de gerenciar de forma racional as altas demandas locais na organização escolar.

3. Discussão acerca das contribuições da internet das coisas na educação ao processo decisório da gestão educacional

Este capítulo versa sobre a discussão das contribuições da Internet das Coisas na educação ao processo decisório, sendo dividida em três subtópicos (benefícios da Internet das Coisas como forma de aprendizagem aos alunos; benefícios da internet das coisas para educação que possibilitam auxílio à tomada de decisão da gestão educacional; relação entre IoT na educação e o processo decisório no sistema educacional).

3.1 Benefícios da Internet das Coisas como forma de aprendizagem aos alunos

O uso dos dispositivos da IoT para fins de ensino e de aprendizagem é uma tendência entre a maioria das instituições de ensino. No aspecto da aprendizagem interativa, os recursos de aprendizagem disponíveis não se restringem à combinação de textos e imagens.

Os livros eletrônicos portáteis (*e-Reads*) permitem que os alunos carreguem consigo um acervo de centenas de obras para qualquer lugar, além de testes, trabalhos de casa e outros arquivos relacionados. Atualmente, muitos livros didáticos incorporam códigos QR em seu conteúdo, o que permite o pronto acesso a conteúdos complementares por meio da utilização de *smartphones*.

A evolução da comunicação se mostra em evidência à medida que a tecnologia apoia a conexão entre alunos e professores por diferentes modalidades (voz, texto, vídeo). Isso ajuda os professores a manterem um regular acompanhamento dos alunos e envolvê-los com atividades extraclasse por meio de diferentes ferramentas on-line. Esses recursos incentivam que os alunos exerçam vários papéis e assumam a responsabilidade de aprender.

Há também significativos impactos na forma de registro de informações no ambiente de aprendizagem. Muitos alunos aprendem que as anotações à mão do conteúdo são decisivas para a aprendizagem, no entanto, alguns sistemas têm lançado dúvidas quanto a isso ao se darem conta que as crianças consomem muito mais tempo digitando (em celulares, tablets, notebooks) do que escrevendo à mão. A partir do ano de 2016, o governo da Finlândia optou por substituir o ensino da letra cursiva às crianças pela priorização ao ensino da letra de forma ou letra bastão. Desde então, os alunos finlandeses não têm aprendido na escola a escrita manual. Paralelamente, a carga horária para atividades digitais aumentou (BIBIANO, 2014).

O uso de marcadores digitais, como o *Scanmarker's Air*, facilita imensamente o registro de informações extraídas de textos impressos para aplicativos de fácil manejo. Sua tecnologia, semelhante a um scanner, porém, do tamanho de um marcador de texto padrão, permite a transferência, por conexão sem fio, de qualquer conteúdo publicado para uma mídia digital (aplicativo ou navegador da Web), e é 30 vezes mais rápido do que escrever à mão.

A aplicação desses dispositivos dotados de IoT ao ambiente de aprendizagem é capaz de inculcar nos alunos a cultura de inovação desde a base da construção do conhecimento. Esse fenômeno se mostra perfeitamente alinhado às premissas sustentadas pela Teoria Contingencial, ao passo em que os alunos – agora muito mais partícipes do processo de aprendizagem do que no passado – não estão obrigados a seguir os modelos de absorção de conteúdo até então vigentes. A tecnologia oferece o valioso benefício da flexibilidade de tempo, espaço e método, tudo a serviço da potencialização da construção do conhecimento.

A Internet das Coisas na educação promove e sedimenta o caminho para a ação criativa e inclusiva de crianças e jovens. Além disso, o ambiente da sala de aula se transforma em um *locus* de interesses e descobertas, pois cada vez mais fidedigno às feições do mundo real. Retomando a pesquisa de Cavichioli *et al.* (2017), essa aderência entre ambiente externo e interno é, como mencionado no Referencial Teórico, uma outra concepção contemplada pela Teoria da Contingência como fator de sucesso dos sistemas organizacionais.

3.2 Benefícios da IoT para educação e apoio à tomada de decisão da gestão educacional.

A conexão consistente entre os contextos físico e informacional, oferecida pela tecnologia da Internet das Coisas, estimula a reflexão em relação às estratégias didáticas concebidas pelos docentes para lidar com o desenvolvimento do processo de ensino-aprendizagem. Em face à revolução social de dispositivos microeletrônicos, os professores dividem sua autoridade educacional com esse tipo de tecnologia (ZUIN e ZUIN, 2016).

O controle de presença dos alunos, por exemplo, já pode ser feito por meio de leitores automatizados, mediante a captura de dados por um leitor biométrico instalado na porta da sala de aula. A tecnologia do leitor de QR Code e o sistema RFID também oferecem aplicação similar no controle de frequência dos alunos nas aulas (ALGHAMDI; SHETTY, 2016)

Um adequado sistema tecnológico de atendimento escolar garante a segurança de uma organização educacional e pode auxiliar professores a inserir as informações necessárias diretamente no sistema. A partir de uma versão *mobile*, pode racionalizar o tempo necessário para enviar dados relativos à rotina escolar e permite que os funcionários da escola enviem uma mensagem eletrônica diretamente aos pais caso necessário seu envolvimento. Ainda no aspecto da gestão de informações, sistemas integrados podem apoiar o acompanhamento de problemas de saúde do público estudantil, mantendo um controle, por exemplo, das necessidades médicas do aluno e de medicação restrita ou compulsória.

De acordo com uma pesquisa da Extreme Network, intermediada por Nilson (2016), as escolas inteligentes estão usando a tecnologia IoT para rastrear os ônibus escolares e cartões de identificação dos alunos. "A IoT ainda está na sua infância", segundo George Siemens, diretor executivo da Universidade do Texas no Laboratório de Aprendizagem e Conhecimento em Rede de Arlington, para quem a IoT protagonizará ainda mais impactos. O grande potencial para a IoT consiste na construção do digital físico, diz ele, acrescentando que não só itens, mas também pessoas podem ser identificadas e rastreadas digitalmente (NILSON, 2016).

Os acessórios de vestimenta conectados por IoT (*wearable IoT*), como monitores de saúde, relógios inteligentes e fones de ouvido de realidade virtual, podem ser aplicados com muito potencial em salas de aula. Alguns desses dispositivos disponíveis no mercado podem relatar a atividade cerebral a um aplicativo móvel e, assim, ajudar os professores a monitorar o envolvimento dos alunos e rastrear os estilos de aprendizagem.

Painéis de exibição conectados com placa habilitada para IoT mudam a experiência das aulas expositivas em sala e permitem criar esquemas virtuais de apoio à aula facilmente combinados com imagens, áudio, vídeo, texto e hiperlinks. Esses cartazes digitais podem ser compartilhados com colegas de classe e professores por e-mail. Isso ajuda professores a explicar os temas de aula mais facilmente com o apoio de recursos alternativos, especialmente vídeos *on-line*.

As citadas tecnologias aplicadas à educação impactam diretamente a gestão tanto para o tomador de decisão (professores e gestores na educação) quanto do cliente (público estudantil, pais e sociedade). Percebe-se que a interconexão de dispositivos por meio da IoT implica ganhos significativos a uma etapa bem específica do processo decisório nesse cenário: a geração de alternativas. Adiante, serão apresentadas as implicações desses impactos.

3.3 Relação entre IoT na educação e o processo decisório da gestão educacional.

Este estudo apresentou algumas contribuições da IoT à educação a partir dos benefícios dessa tecnologia à aprendizagem e performance de professores e alunos. O Quadro 1 relaciona os impactos dessas inovações na gestão da educação sob a perspectiva do processo decisório requerido para o enfrentamento de alguns desafios no ambiente de ensino.

Aplicação da IoT no ambiente de aprendizagem	Benefícios à aprendizagem	Impacto no processo decisório para melhoria da gestão da educação
Aprendizagem interativa por meio de painéis de exibição com IoT	Oferece uma experiência mais completa da matéria e busca atender aos mais diversos perfis de absorção de conteúdo pelos alunos	A partir da aplicação de recursos interativos as atividades dos alunos são monitoradas com muita facilidade. O feedback da metodologia é imediato e é possível rastrear pontos de maior ou menor interesse. O recurso possibilita a tomada de decisão para correções de abordagem antes mesmo da aplicação de exames de verificação de aprendizagem.
Adoção de <i>e-Readers</i> e <i>e-Books</i>	Facilidade de mobilidade para o estudo, pronto acesso, consumo de conteúdo textual (livros) integrado com sites, vídeos, testes de aprendizagem, entre outros.	A disseminação da leitura pode ser em massa a partir da disponibilização dos arquivos na rede, facilidade em acompanhar se o título foi realmente lido ou acessado, quanto tempo se gastou por aluno, vocábulos de maior dificuldade. Esse formato de leitura também permite a atualização da ementa mais rapidamente e a um custo de operação mais econômico, pois basta alterar os arquivos na base (nuvem ou outro ambiente).
Uso de <i>scanners</i> portáteis	Alunos não gastam tempo copiando as matérias e conseguem gerenciar mais facilmente os materiais à sua disposição.	Os professores ganham mais autonomia para combinar conteúdos de vários autores e fontes e preparar um material consolidado com os pontos mais importantes para aquele momento da aprendizagem, e isso pode ser facilmente acessado e armazenado pelos alunos.
Ampliação das formas de comunicação entre alunos e professores	Os alunos podem se valer de um ambiente de interação entre os demais alunos e seus professores, podendo elucidar dúvidas em tempo real e compartilhar descobertas de forma interativa.	Esse <i>timing</i> de disponibilidade reproduz a mesma velocidade com que os alunos já se habituaram, aproximando a realidade do ambiente de educação à rotina da maior parte dos jovens. A partir do monitoramento das principais dificuldades de aprendizagem, os professores e demais gestores da educação podem adotar estratégias de massa para lidar com o problema – como, por exemplo, disponibilizar vídeos explicativos nesses canais de interação coletiva.

Quadro 1: Quadro contribuições da IoT – processo decisório da gestão (principais dispositivos e tecnologias)

Fonte: Elaborado pelos autores

Aplicação da IoT no ambiente de aprendizagem	Benefícios à aprendizagem	Impacto no processo decisório para melhoria da gestão da educação
Controle de frequência com apoio da tecnologia	Praticidade para registrar suas presenças e confiabilidade nas informações registradas (especialmente para os pais e responsáveis).	Possibilidade de tomada de decisão imediata ao deparar com alunos faltosos antes de consumada a evasão. O abandono escolar é um grave problema que aflige o sistema e, a partir da consolidação de dados básicos, como os de frequência, todos os atores do sistema são chamados à responsabilidade para adoção de medidas de recuperação dos alunos tendentes à desistência.
Utilização de sistema integrado de gestão escolar	Permite acesso a pais e alunos ao calendário escolar, notas e outras informações relevantes. Possibilita que pais participem ativamente da rotina escolar à distância.	Não somente é possível garantir mais otimização das tarefas dos profissionais da educação, como também pode atuar como um SAD (Sistema de Apoio à Decisão). Numa plataforma alimentada com dados oriundos de diversas fontes, os gestores podem fazer previsões confiáveis e tomar decisões mais embasadas no contexto.
Rastreamento de ônibus escolares	Possibilidade de o aluno acompanhar o horário em que o ônibus lhe apanhará. Oportuniza que pais e responsáveis acompanhem o trajeto dos alunos.	Afeta diretamente a qualidade dos serviços de transporte escolar (que é disponibilizado por grande parte das escolas públicas do país), permitindo a melhor conformação das rotas, acompanhamento do tempo para cada percurso, possibilitando a pronta comunicação entre motoristas e administração escolar para reportar algum incidente. Por meio dessa ferramenta, os gestores dispõem de muitas das informações necessárias para a boa gestão desse serviço tão valioso aos estudantes.
Painéis de exibição conectados com placa habilitada para IoT	A exibição de conteúdos interativos em sala de aula aproxima a experiência de aprendizagem ao universo de interesse e curiosidade do aluno, potencializando a absorção do conteúdo.	Professores podem construir ambientes de aprendizagem integrada entre várias disciplinas, conectando áreas do saber, experiências de vida dos próprios alunos e proporcionando aproximação ao conteúdo de forma lúdica e integrativa. Podem planejar e executar políticas de inclusão de alunos que, por qualquer motivo temporário ou permanente, não consigam acompanhar presencialmente os encontros em sala de aula regularmente.

Quadro 1 continuação: Quadro contribuições da IoT – processo decisório da gestão (principais dispositivos e tecnologias)

Fonte: Elaborado pelos autores

Esses novos ambientes da prática de aprendizado irradiam espaços de decisão antes encobertos. O modelo tradicional de gestão da educação é inflexível, pautado pela seguinte tríade de recursos: exposição em quadro negro; conteúdos encapsulados em cadernos, apostilas e livros; e aulas expositivas restritas à sala de aula. As necessidades e peculiaridades próprias do público discente eram comumente ignoradas ante a metodologia até então vigente. É fato que a limitação de recursos e infraestrutura do século passado restringia também as possibilidades de alternativas disponíveis aos professores e gestores da educação.

Analisando o contexto sob a perspectiva do processo decisório tal como tomado por Simon (1960) em sua abordagem trifásica da estrutura, é possível constatar que essa limitação de recursos afetava diretamente o tomador de decisão no sistema de educação na fase da concepção (compreendida pela etapa de geração de alternativas), uma vez que as opções de soluções para desafios diários da educação conduziam à aplicação dos mesmos recursos tradicionais e não-tecnológicos. Atualmente, há disponíveis uma série de dispositivos e tecnologias aplicáveis ao ambiente escolar que permite a geração de múltiplas alternativas adequadas ao enfrentamento de questões antigas e novas típicas do contexto - como a dificuldade de aprendizagem, integração de pais à rotina estudantil, acompanhamento extraclasse dos alunos, segurança do ambiente escolar, gestão de frequência, dentre outros.

Essa profusão de alternativas à disposição dos gestores na educação aproxima esse ambiente organizacional à concepção defendida pela Teoria da Contingência (já abordada no

Referencial Teórico deste trabalho), uma vez que expande as chances de inovação e rupturas com o tradicional nas relações de aprendizagem. A preocupação com as características próprias dos indivíduos também é valorizada nessa construção, uma vez que as tecnologias emergentes no ambiente acadêmico se propõem a acolher as diversas necessidades de aprendizagem dos alunos numa perspectiva de construção coletiva do saber.

A Figura 3 apresenta a interação entre IoT e gestão da educação e sua aplicação na tomada de decisão – tudo sob o eixo da Teoria Contingencial.

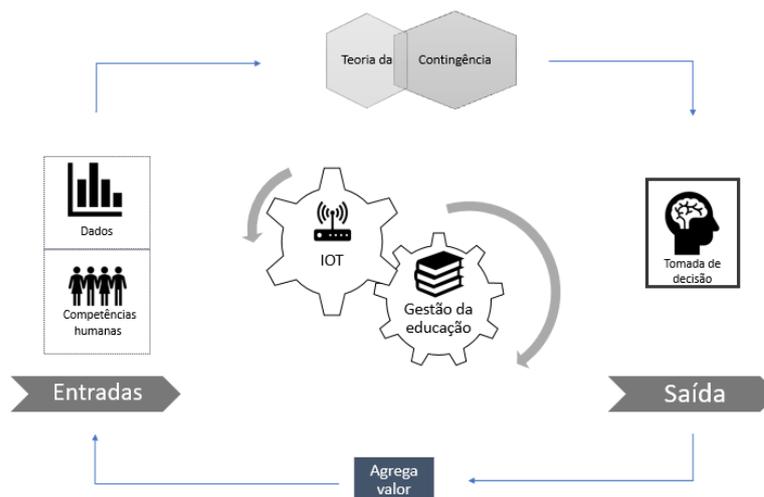


Figura 3: Diagrama da relação entre competências, IoT, processo decisório na gestão da educação
Fonte: Elaborado pelos autores

Vê-se uma inter-relação entre IoT e gestão da educação, oriunda da aplicação de tecnologia especificamente desenvolvidas para o ambiente da aprendizagem. Essa interação se retroalimenta, uma vez que os próprios currículos escolares estão incorporando matérias de tecnologia em seus ementários, fomentando o interesse dos alunos não apenas por aplicar os dispositivos tecnológicos, mas também por compreender seu funcionamento.

O insumo mais precioso para essa inter-relação (além da melhoria da experiência de aprendizagem) é, conforme já apresentado por Silva (2015), a apropriação de dados valiosos sobre a performance dos atores envolvidos. A partir dos dispositivos interconectados, professores e gestores acadêmicos se valem das informações relacionadas ao desempenho de alunos prontamente para tomada de decisões estratégicas. As informações geradas têm seu valor potencializado e transformadas em insumos para a tomada de decisão com a atuação dos indivíduos alcançados pela gestão da educação (professores, gestores escolares, alunos, pais, entre outros). Como explicado por Geel *at al.* (2017), as competências individuais exercem importante papel na apropriação desses dados para qualificar a gestão educacional.

A transformação de paradigmas nesse contexto – representada pela transição entre um cenário pré-século XXI, com estruturas burocráticas e recursos limitados, para um ambiente tecnológico – desvenda o embasamento teórico desta pesquisa no sentido de relacionar a aplicação da Teoria da Contingência à tal evolução percebida no cenário educacional.

Os principais desafios para IoT incluem segurança e privacidade, disponibilidade, mobilidade, confiabilidade, desempenho, escalabilidade, interoperabilidade e gerenciamento de confiança (AL-FUQAHA GUIZANI *et al.*, 2015). A maioria dos desafios são indicados nas pesquisas (STANKOVIC; FELLOW, 2014), (CHEN, 2014). Para a integração bem-sucedida da IoT, é preciso contar com dispositivos adequados no ambiente de sala de aula e uma organização educacional pode enfrentar dificuldades para providenciar e manter essas condições, como a velocidade de banda de rede, conexão sem fio confiável, pessoal de suporte técnico, mecanismos de segurança e privacidade de tráfego de dados na rede, disponibilidade de dispositivos e equipamentos para todos os alunos, formação de

professores, entre outros. Nesse sentido, os custos de implementação e manutenção de salas de aulas inteligentes parece ser o ponto de maior dificuldade de disseminação da IoT no ambiente escolar.

4 Considerações Finais

Os resultados encontrados no presente estudo suscitam reflexões sobre a compreensão acerca das contribuições que a aplicação da IoT oferece à educação, notadamente ao processo decisório, para o enfrentamento de alguns desafios vivenciados no sistema educacional. Posto isso, a tecnologia desempenha papel cada vez maior na transformação do ambiente educacional. Nessa perspectiva, a *Internet of Things* pode oferecer uma gama de recursos de apoio à aprendizagem e ao processo decisório na gestão da educação, à medida em que sua aplicação permite a apropriação de dados valiosos ao contexto educacional (relacionados à performance dos alunos, à adequação dos métodos didáticos, ao feedback da atuação dos professores, dentre outras informações de vital importância para a melhoria do ensino).

Um dos destaques das escolas e salas de aula tecnológicas é que a IoT aprimora a própria oferta da educação e confere o valor de segurança e conforto ao ambiente físico e às estruturas. A convergência entre educação e tecnologia não permite apenas potencializar os recursos de aprendizagem ou torná-los mais simples e efetivos, mas também se relaciona à qualidade e ao impacto das políticas públicas de educação.

Como mencionado sob a perspectiva de limitações à aplicação dessa tecnologia, apesar de sua proliferação na vida cotidiana da sociedade, principalmente em dispositivos móveis, muitas instituições de ensino brasileiras (especialmente as públicas) carecem de infraestrutura para implantar muitos dos dispositivos apresentados neste estudo. Ainda há muitas oportunidades de melhoria no que diz respeito à conectividade entre as próprias instituições de ensino para compartilhamento de bases de dados e aprendizagens. A adoção plena da IoT é dependente da oferta de internet estável e de alta velocidade nesses ambientes.

Sugere-se que trabalhos futuros abordem o assunto sob outras perspectivas (especialmente sob a abordagem de estudos experimentais ou estudos de caso), de modo a enriquecer as conclusões e sugestões aqui registradas, cujos conhecimentos produzidos possam implicar o aprimoramento das políticas públicas voltadas à oferta de educação de alta performance aos cidadãos.

Referências

- AL-FUQAHA, A.; GUIZANI, M.; MOHAMMADI, M.; ALEDHARIM,.; AYYASH, M. **Internet of Things** : A Survey on Enabling Technologies , Protocols and Applications, 2015.
- ALGHAMDI, A.; SHETTY, S. Survey toward a smart campus using the internet of things, In: PROCEEDINGS - 2016 IEEE 4TH INTERNATIONAL CONFERENCE ON FUTURE INTERNET OF THINGS AND CLOUD, FiCloud 2016, 2016, p. 235–239.
- ASHTON, K. **Internet das Coisas, nova revolução da conectividade**. Porto Alegre: 2014. Inovação em Pauta, Porto Alegre, n. 18, p. 6-9, 14 dez. 2014. Entrevista concedida a Inovação em Pauta. Disponível em: < <http://www.flip3d.com.br/web/pub/finep/>>. Acesso em 04 nov. 2017.
- BARAKAT, S. Education and the internet of everything, **Int. Bus. Manag.**, vol. 10, no. 18, p. 4301–4303, 2016.
- BAZERMAN, M.; MOORE, D. **Processo decisório**: para cursos de administração e economia. Elsevier: Brasil, ed. 8, 2017, p. 4 - 6.
- BIBIANO, B. Na Finlândia, escolas trocam letra de mão por digitação. **Revista VEJA**, 2014. Disponível em:< <http://veja.abril.com.br/educacao/na-finlandia-escolas-trocam-letra-de-mao-por-digitacao/>>. Acesso em 22 nov. 2017.

- CAVICHIOLO, D.; ROVARIS, N., DALL'ASTA, D.; FAVERO, E. Teoria contingencial: uma análise da produção científica na área de custos. In: XI CONGRESSO ANPCONT, 2017, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte, 2017. Disponível em: <<http://congressos.anpcont.org.br/xi/anais/files/2017-05/ccg1032.pdf>>. Acesso em 15 nov. 2017.
- CHEN, S.; XU,H.; LIU, D.; HU,B.; WANG, H. A vision of IoT: Applications, challenges, and opportunities with China Perspective, **IEEE Internet Things J.**, v.. 1, n. 4, p. 349–359, 2014.
- FRIEDEWALD, M.; RAABE, O. Ubiquitous computing: An overview of technology impacts. **Telematics and Informatics**, n. 28. , 2011, p. 55 – 65.
- GEEL, M. V.; VISSCHER, J. A.; BERNARD, T. School characteristics influencing the implementation of a data-based decision making intervention. **School Effectiveness and School Improvement**, 2017.
- GUL, S.; ASIF, M.; AHMAD, S.; YASIR,M.; MAJID, M. A Survey on Role of Internet of Things in Education. **IJCSNS International Journal of Computer Science and Network Security**, v.17 n. 5, May 2017.
- KRANENBURG, R, et al. The Internet of Things. In: PAPER FOR THE 1ST BELIN SYMPOSIUM ON INTERNET AND SOCIETY, October, 2011, p. 25-27. Disponível em: <https://www.yumpu.com/en/document/view/2150990/symposium-program-1st-berlin-symposium-on-internet-and-society>. Acesso em 20 nov. 2017.
- NILSON, B. **Mobility Is Driving the Internet of Things Smart School [Infographic]**, 2016. Disponível em: <<https://content.extremenetworks.com/extreme-networks-blog/mobility-is-driving-the-internet-of-things-smart-school-infographic-2>>. Acesso em 22 nov. 2017.
- SANTAELLA, L. **Comunicação ubíqua: Repercussões na cultura e na educação**. São Paulo: Paulus, 2013. Disponível em: <http://www.paulus.com.br/loja/appendix/3156.pdf>. Acesso em 20 nov. 2017.
- SILVA, L.; ROGLIO, K.; SILVA, W. **Competências relevantes para a efetividade do processo decisório em defesa aérea**, 2009.
- SILVA, M. Tomada de Decisão Baseada em Dados (DDD) e Aplicações em Informática em Educação. In: IV CONGRESSO BRASILEIRO DE INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO (CBIE 2015), p. 21-46, 2015. **Anais...** Porto Alegre, 2015.
- SIMON, H. A. Rational choice and the structure of the environment. **Psychological Review**, 63(2), p. 129-138, 1956.
- SIMON, H. A. **The new science of management decision**. New York: Harper & Row, 1960.
- STANKOVIC, J. A.; FELLOW, L. **Research Directions for the Internet of Things**, v.. 1, n. 1, p. 3–9, 2014.
- VISSCHER, A. J.; EHREN, M. **De eenvoud en complexiteit van Opbrengstgericht Werken [The simplicity and complexity of data-driven teaching]**, 2011.
- ZHANG, T. The Internet of things promoting higher education revolution. Fourth International Conference on Multimedia Information Networking and Security, Guangzhou, vol.1, p.790-793, 2012.
- ZUIN, V. G.; ZUIN, A. A. S. A formação no tempo e no espaço da internet das coisas. **Educação & Sociedade**, v. 37, nº. 136, p.757-773, jul.-set., 2016.