



IMPACTO DA DISSEMINAÇÃO DO CONHECIMENTO NA ADOÇÃO DE TECNOLOGIAS IOT: UMA AVALIAÇÃO QUALITATIVA

**Samuel Francisco Ferrigo, Mayron Dalla Santa de Carvalho, Juliana Vanzin, Ana
Cristina Fachinelli**

RESUMO

A partir da revisão da literatura é possível evidenciar que o processo de adoção de tecnologias de Internet das Coisas (IoT) é influenciado pelo conhecimento dos indivíduos, podendo ser propulsor de facilitação ou de barreira para catalização desse processo. Com o objetivo de avaliar essa suposição, o presente estudo explorou a influência do conhecimento na adoção de tecnologias de IoT, especificamente LoRaWAN, por meio da coleta e análise da percepção dos participantes de um curso de extensão realizado presencialmente no campus central da Universidade de Caxias do Sul (UCS). Com essa finalidade, aplicou-se um questionário semiestruturado em uma turma formada por 20 alunos. Os resultados revelaram que antes do curso de capacitação, os participantes expressavam ceticismo e desconhecimento sobre as aplicações da IoT, após o curso, as respostas sugeriram uma mudança significativa na percepção, revelando termos como "novas possibilidades", "facilidades" e "oportunidades" que podem ser associados aos modelos TAM e UTAUT de adoção de novas tecnologia. O estudo concluiu que a capacitação influenciou de forma positiva a percepção dos participantes em relação à adoção da IoT, destacando o papel fundamental do conhecimento na superação de barreiras e na promoção da adoção. Futuros trabalhos podem explorar a manutenção dessas mudanças de percepção ao longo do tempo e em diferentes públicos. Nesse contexto, pode-se afirmar que o conhecimento técnico obtido, modificou positivamente a percepção dos usuários em relação à adoção de soluções IoT.

Palavras-chave: Conhecimento; Adoção de tecnologias; Internet das Coisas; LoRaWAN.

1 INTRODUÇÃO

O desenvolvimento tecnológico acentuado e constante impulsiona os estudos sobre a aceitação de novas tecnologias desde o século XX. Desde então, os modelos *Technology Acceptance Model* (TAM) (DAVIS et al., 1989) e *Unified Theory of Acceptance and Use of Technology* (UTAUT) (VENKATESH et al., 2003) são amplamente referenciados para explicar, discutir e mensurar a adoção ou rejeição de tecnologias. Entretanto, autores apontam limitações por sua defasagem frente ao avanço exponencial da tecnologia, e sugerem revisão dos preditores de aceitação dos modelos para que possam seguir contribuindo para o avanço da pesquisa científica (BATISTA et al, 2023).

Nesse contexto, o conhecimento é considerado fator relevante e transversal, uma vez que a sua falta é apontada por diversos autores como uma barreira no processo de adoção de tecnologias (GUPTA et al., 2022; FARAJPOUR et al., 2022). No mesmo sentido, outros autores consideram que o conhecimento, quando bem aplicado, atua como um fator facilitador nesse processo de adoção (AHMED et al., 2021; TREIBLMAIER et al., 2020). Portanto, o conhecimento pode ser considerado um diferencial na adoção de novas tecnologias.



Diante disso, o conhecimento pode ser construído por meio de capacitações, uma vez que proporcionam experiências em que a socialização, externalização, combinação e internalização, ou seja, os quatro modos de criação do conhecimento, definidos por Nonaka (1994), podem ser empregados, aportando reflexões complementares aos preditivos utilizados nos modelos TAM e UTAUT.

Partindo desse pressuposto, esse trabalho tem por objetivo analisar como o conhecimento no contexto de uma tecnologia específica de comunicação de dados voltado à Internet das Coisas (IoT), conhecido como LoRaWAN, pode influenciar na predisposição de sua adoção, por meio da coleta da percepção de pessoas no momento anterior e posterior a uma capacitação presencial realizada nessa temática.

Em vista disso, o presente artigo apresenta a tecnologia IoT LoRaWAN bem como o método de criação e disseminação do conhecimento proposto por NONAKA (1994) e os modelos TAM e UTAUT em seu referencial teórico. Na sequência o artigo revela os métodos utilizados na confecção deste trabalho, posteriormente são apresentados e discutidos os resultados obtidos. Por fim apresentam-se as conclusões e oportunidades de trabalhos futuros.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Para entender o impacto do conhecimento na adoção das tecnologias IoT, primeiro faz-se necessário entender a tecnologia IoT utilizada e como o conhecimento pode ser produzido e compartilhado.

2.1 AS REDES LORAWAN NO CONTEXTO DA INTERNET DAS COISAS

A IoT nada mais é que uma extensão da Internet atual, onde pode-se conectar à Internet qualquer objeto com capacidade mínima de conectividade e processamento (SANTOS et al., 2016). Sua origem remonta ao surgimento das redes de sensores sem fio (LOUREIRO et al., 2003), destinadas à comunicação de objetos com pequena capacidade computacional e que realizam atividades de sensoriamento. Esses sensores, por sua vez, podem estar localizados a diferentes distâncias, podendo elas variarem entre poucos centímetros a dezenas de quilômetros e, conforme a distância de comunicação requerida, diferentes tipos de tecnologias de comunicação podem ser utilizadas.

Para a comunicação de longa distância entre sensores, uma das tecnologias de comunicação utilizadas é chamada de LoraWAN. Lançado em 2012, o LoraWAN é uma especificação - ou seja, uma descrição de tecnologias - de redes de baixa potência de longa distância (Low Power Wide Area Network - LPWAN) projetada para conectar diferentes “coisas” sem fio operadas por bateria à Internet em redes regionais, nacionais ou globais. Visa atender os principais requisitos da IoT, como comunicação bidirecional, segurança ponta-a-ponta, mobilidade e serviços de localização (TTN, 2022).

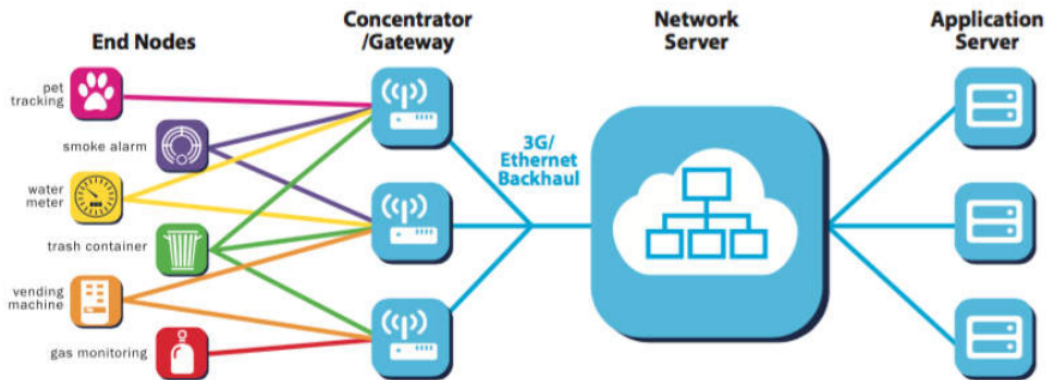
Essa especificação, mostrada na Figura 1, é composta por:

- (a) uma “nuvem”, chamada “network server”, que envia e recebe dados de dispositivos através da Internet;
- (b) dispositivos IoT – chamados de “end notes”, que podem ser sensores e atuadores – que enviam e recebem dados da “nuvem” através da tecnologia LoRa e;
- (c) gateways que fazem a integração entre os dispositivos e a “nuvem”;
- (d) aplicações, chamada de “application servers”, que processam os dados dos



dispositivos enviados pela “nuvem”.

Figura 1 - Estrutura geral da especificação LoraWAN.



Fonte: The Things Network (2022).

Conforme visto na Figura 1, os dispositivos IoT comunicam-se via tecnologia LoRa com os gateways, utilizando-se de uma série de protocolos de comunicação que formam a rede LoraWAN. Os gateways então convertem os dados para o padrão de comunicação da Internet conhecida pela sigla TCP/IP (Transmission Control Protocol/Internet Protocol) e enviam os dados recebidos para a “nuvem” LoraWAN, chegando ao servidor de rede (network server). Esse servidor, por sua vez, envia os dados para os servidores de aplicação (application server) cadastrados.

2.2 TEORIAS TAM E UTAUT

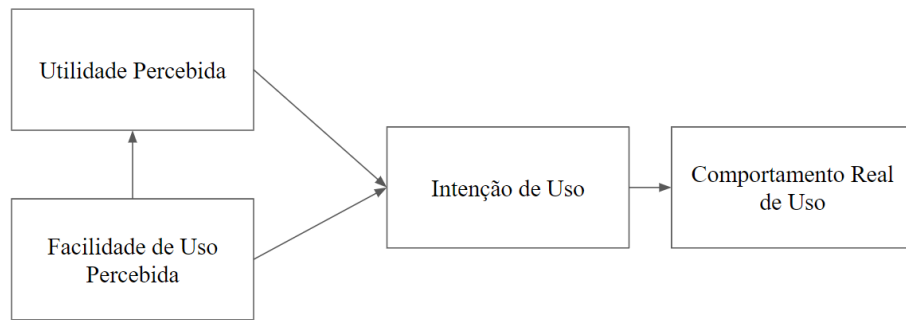
Com o avanço das tecnologias, diversos modelos de aceitação e adoção de tecnologias foram desenvolvidos, e nesta sessão apresenta-se brevemente duas delas que são amplamente referenciadas e utilizadas para realizar essas análises.

O Modelo de Aceitação de Tecnologia (TAM), apresentado na Figura 2, foi desenvolvido por Davis et al. (1989), e propõe que as percepções individuais influenciam a adoção de tecnologias. Seus preditivos são a Utilidade Percebida (UP), que se refere à crença de que uma tecnologia trará benefícios tangíveis e a Facilidade de Uso Percebida (FUP), que diz respeito à facilidade percebida em aprender e usar a tecnologia. Segundo os mesmos autores, essas percepções afetam a Intenção de Uso e, por sua vez, o Comportamento Real de Uso de uma tecnologia. Nesse espectro, o modelo pode ser utilizado para entender como as crenças pessoais moldam a adoção tecnológica.

De forma complementar, a Teoria Unificada da Aceitação e Uso de Tecnologia (UTAUT) foi proposta por Venkatesh et al. (2003) e possui o modelo TAM como referência principal. Conforme demonstrado na Figura 3, o UTAUT é baseado em quatro preditores: a Expectativa de Desempenho (ED), que refere-se à crença no aumento de desempenho ou eficácia na realização de tarefas resultante da adoção da tecnologia; o Esforço Percebido (EP) relacionado a facilidade ou dificuldade em aprender a usar a nova tecnologia; a Influência Social (IS), que trata sobre a pressão social percebida pelo usuário para o uso das novas tecnologias e as Condições Facilitadoras (CF), que refere-se ao suporte percebido para o uso,

tanto em termos de capacitações quanto infraestrutura e assistência técnica.

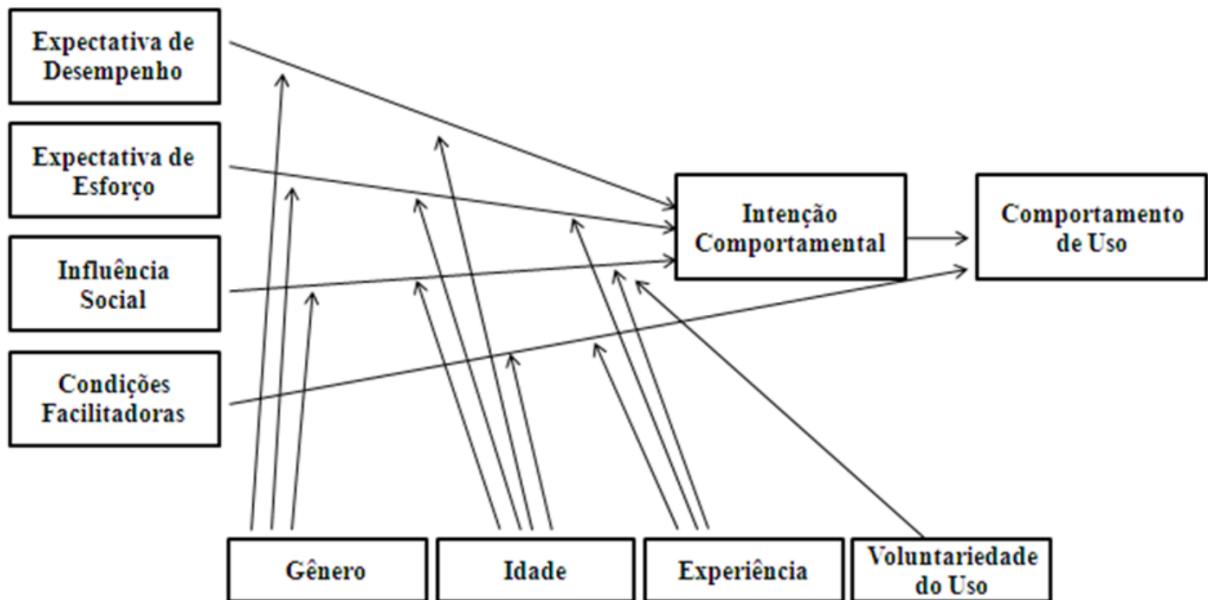
Figura 2 - Modelo de Aceitação de Tecnologia (TAM)



Fonte: DAVIS et al. (1989)

Além dos construtos principais, a teoria também considera a moderação por variáveis de idade, gênero, experiência e voluntariedade de uso na relação com a Intenção Comportamental (IC) e por sua vez no Comportamento de Uso (CU).

Figura 3 - Teoria Unificada de Aceitação e Uso de Tecnologia (UTAUT)



Fonte: VENKATESH et al. (2003)

2.3 A ESPIRAL DO CONHECIMENTO

De modo a complementar o entendimento sobre o arcabouço teórico trazido para o estudo, cabe apontar que Nonaka (1994) desenvolveu um modelo que descreve o processo de criação e compartilhamento de conhecimento dentro das organizações destacando a interação



dinâmica entre o conhecimento tácito e o explícito, bem como a importância da transformação contínua desses tipos de conhecimento, esquematizada numa espiral chamada de Espiral do Conhecimento.

Representada de forma ascendente, conforme demonstrado na Figura 4, a Espiral do Conhecimento é composta por quatro etapas interconectadas (BUOGO, FACHINELLI e GIACOMELLO, 2020): socialização, externalização, combinação e internalização.

Na socialização, o conhecimento tácito é compartilhado entre indivíduos por meio de interações pessoais e experiências compartilhadas. Na externalização, esse conhecimento tácito é transformado em conhecimento explícito, por meio da articulação de ideias e conceitos.

Figura 1 - A Espiral do Conhecimento



Fonte: NONAKA e TAKEUCHI (2008)

A etapa de combinação envolve a reunião e a organização de diferentes fontes de conhecimento explícito para criar novas ideias e perspectivas. Por fim, na internalização, o conhecimento explicitado é novamente internalizado por indivíduos, tornando-se parte de sua base de conhecimento tácito pessoal. Nessa direção, aponta-se que essas quatro etapas podem ser percebidas durante cursos de capacitação, pois diferentes conhecimentos explícitos e tácitos podem ser compartilhados e combinados entre professores e alunos.

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Para elaboração desta pesquisa, adaptou-se o questionário quantitativo formulado por HSU e LIN (2016) para um formulário semi-estruturado constituído de 11 questões abertas organizadas em sete dimensões que envolvem a percepção dos usuários quanto à adoção de tecnologias de IoT, além de questões relacionadas ao perfil da população pesquisada, como idade, ramo de atuação e experiência em relação ao uso da IoT. Essas questões podem ser visualizadas na Tabela 1. O questionário, por sua vez, foi respondido duas vezes por alunos que realizaram um curso de extensão sobre a tecnologia LoraWAN, com carga horária de 12 horas, ocorrido entre os dias 29 de novembro e 01 de dezembro de 2022.

No primeiro dia de curso, optou-se por uma abordagem mais teórica, explicando o funcionamento das tecnologias e os conceitos relacionados. Os dois últimos dias, por sua vez, foram dedicados a atividades práticas de implantação dessa rede, associando os diferentes



conceitos teóricos aprendidos com a prática que estava sendo desenvolvida em sala de aula.

O curso foi assistido por 20 alunos com idade entre 19 e 60 anos, todos eles profissionais de tecnologia da informação que desempenham suas funções em empresas da serra gaúcha, e envolveu atividades teóricas e práticas sobre LoraWAN, de forma a repassar o conhecimento explícito e tácito sobre essa tecnologia IoT.

A primeira aplicação do questionário ocorreu no início do curso, quando os alunos desconheciam a tecnologia e os conhecimentos de IoT em geral, e a segunda aplicação ocorreu na finalização do curso, após o repasse do conhecimento teórico e prático.

Tabela 1 - Questões aplicadas e suas dimensões

Dimensão	Questão
Quantidade de serviços IoT	1. Sobre os serviços e tecnologias de Internet das Coisas (IoT) oferecidos atualmente, qual sua percepção sobre sua popularidade e facilidade de uso?
Massa crítica percebida	2. Qual sua percepção em relação à frequência de uso de serviços de IoT em relação aos seus amigos, familiares, colegas e demais pessoas que você conhece?
	3. Qual(is) o(s) tipo(s) de serviço de IoT que você utiliza?
Compatibilidade percebida	4. Qual sua percepção em relação à compatibilidade do uso dos serviços de IoT em atividades do seu trabalho?
	5. Qual sua percepção em relação à compatibilidade do uso dos serviços de IoT em seu estilo de trabalho?
Complementabilidade percebida	6. Qual sua percepção em relação à gama de serviços e aplicações de IoT (por exemplo, pagamentos, identificação e troca de informações, etc.) disponíveis atualmente?
	7. Qual a sua percepção em relação à gama de serviços e aplicações de IoT disponíveis em dispositivos móveis?
Benefícios percebidos	8. Qual sua percepção em relação à utilidade do uso de serviços de IoT na sua vida pessoal e profissional?
Atitude	9. Como você se sente ao usar serviços de IoT?
Intenção contínua de uso	10. Você pretende continuar usando os serviços de IoT futuramente? Por quê?
	11. Você recomendaria a seus amigos o uso de serviços de IoT? Por quê?

Fonte: Adaptado de HHSU e LIN (2016).

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Na primeira aplicação do questionário, realizada no início do curso, 10 dos alunos matriculados responderam. Já na segunda aplicação, houve 11 respostas no questionário. Antes do curso, dois participantes da pesquisa explicitaram algum tipo de experiência com IoT, citando exemplos de "práticas com microcontroladores" e desenvolvimento, como hobby, de "algumas coisas em casa". Um deles afirmou ter "8 anos" de experiência em IoT. Dois dos



respondentes afirmaram não ter experiência em IoT. Os demais respondentes, de maneira geral, relatavam genericamente possuir algum conhecimento, descrevendo-a como "Bem Básica", "Quase nula" ou "Praticamente Nenhuma".

Para uma melhor organização do texto, os resultados e as discussões desta Seção serão agrupadas nas dimensões utilizadas no questionário descrito na metodologia e ao final será proposta uma breve discussão sobre a influência do conhecimento gerada no processo sob a perspectiva do espiral do conhecimento (NONAKA, 1994) e as teorias de adoção de tecnologias TAM (DAVIS et al., 1989) e UTAUT (VENKATESH et al., 2003).

4.1 QUANTIDADE DE SERVIÇOS IOT

Em relação à primeira pergunta do questionário, referente à percepção do usuário em relação à popularidade e facilidade das tecnologias IoT oferecidas atualmente, na primeira aplicação do questionário os respondentes consideraram os serviços de IoT "fora de alcance", "pouco popular", "não muito populares" e com percepções "de que ainda é uma tecnologia em implantação", carecendo de "amadurecimento para facilitar o usuário". Este relato casa com a barreira de imaturidade tecnológica identificada em trabalhos de TRAN-DANG et al. (2022) e GUPTA et al. (2022). Outros respondentes, por sua vez, consideram que, apesar dos problemas, houve avanços em relação ao custo de aquisição, relatando que "Ficou bem mais barato nos últimos anos, possibilitando novas aplicações". Um desses relatos descreve essa percepção de que houve avanço, apesar de considerar-se um indivíduo com viés: "Em relação a dispositivos para usuários finais, são bem mais fáceis de utilizar e configurar comparado com anos atrás, mas sou enviesado já que sou 'fuçador' e acostumado com algumas coisas. Talvez não é tão popular quanto poderia pois para o usuário comum não seja tão fácil."

Esse relato, obtido na primeira aplicação do questionário, resume as respostas obtidas na sua segunda aplicação. Há uma percepção de que os serviços IoT estão se popularizando, porém trata-se de soluções tecnologicamente complexas, trazendo relatos de que "Ainda tem barreiras de compreensão da tecnologia" e "São populares para quem é do meio, pessoas em geral não costumam saber do que se trata". Um dos respondentes, por sua vez, afirmou categoricamente se tratar de "algo extremamente simples e funcional".

Nesse sentido, talvez, o conhecimento obtido durante o curso tenha ajudado a esclarecer aos participantes sobre o nível de complexidade da implantação de uma tecnologia IoT - no caso, a tecnologia LoraWAN. Apesar das dificuldades encontradas, houve o aumento da percepção de que a IoT é uma tecnologia que está se popularizando, apesar das barreiras técnicas encontradas, como as apontadas por TRAN-DANG et al. (2022) e GUPTA et al. (2022).

4.2 MASSA CRÍTICA PERCEBIDA

As respostas em relação à pergunta sobre a percepção da frequência do uso de serviços de IoT por amigos, familiares, colegas de trabalho e demais pessoas conhecidas, no início do curso, os respondentes limitaram-se em afirmar que trata-se de algo que seus conhecidos não a utilizam ou a utilizam com pouquíssima frequência. Quando mais utilizadas, os respondentes descrevem que seu uso se limita a "alguns colegas de trabalho que usam no dia a dia".

Após o curso, essa percepção mudou. Houve relatos de que a frequência de uso por conhecidos é "alta, mas acabam por nem perceber" e "vejo que está em tudo o que fazemos"



demonstraram que o conhecimento obtido durante o curso esclareceu que muitas das tecnologias IoT são ubíquas, ou seja, são usadas pelo público em geral sem que estes o percebam. Nesse sentido, cabe ressaltar que um dos ramos da computação existentes atualmente chama-se computação ubíqua, na qual a IoT está inserida de forma que o usuário a usa sem perceber (DE ARAUJO, 2003).

Em relação ao uso de serviços IoT utilizados, antes do início do curso, os respondentes citaram soluções voltadas à automação residencial, indicando o uso de lâmpadas inteligentes, tomadas inteligentes (smart plugs), televisores inteligentes (smartTV) e monitoramento de temperatura e umidade. Essas mesmas soluções residenciais foram citadas pelos respondentes após o curso, agregando-se apenas as tecnologias de medição de gás e de câmeras de monitoramento remoto como um serviço de IoT utilizado. Nesse ponto, aparentemente, o conhecimento gerado pelo curso não realizou mudanças significativas nessa percepção, possivelmente devido ao fato de o público respondente da pesquisa ser voltado à área de tecnologia da informação e estar mais familiarizado com as tecnologias IoT.

4.3 COMPATIBILIDADE PERCEBIDA

Em relação à compatibilidade do uso dos serviços IoT em atividades do seu trabalho, antes do curso os respondentes, de maneira geral, diziam não conhecer ("não tenho ideia") ou que haveria "pouca" ou "nenhuma" compatibilidade ou, quando existiria, seria necessário "estudar mais" para identificá-la. Nesse sentido, um relato caracteriza esse desconhecimento: "Ainda não identifiquei atividades para meu ambiente, mas vejo produtos de IoT plenamente viáveis".

Após o curso, essa percepção de compatibilidade mudou radicalmente. Passou-se a considerar os serviços de IoT compatíveis com as tarefas de trabalho, compreendendo desde relatos mais genéricos como "100%", "Abre um leque de novas possibilidades", "Infinitas possibilidades" e "Há muito a ser explorado", a relatos mais específicos, como "Facilitaria alguns processos", "Coleta de informações" e a automatização do ambiente de trabalho "ligando/desligando luzes e tomadas". Somente um dos relatos afirmou "inexistência total" de compatibilidade após o curso.

Nesse sentido, o conhecimento gerado pelo curso ampliou a percepção da compatibilidade dos serviços de IoT com as tarefas de trabalho, sendo que, como visto, alguns dos respondentes afirmavam, no início do curso, ser necessário um maior estudo para ter condições de responder à pergunta. Essa análise, portanto, converge com o que afirmam autores como AHMED et al. (2021) e TREIBLMAIER et al. (2020), de que a disseminação do conhecimento obtida através de capacitações pode facilitar a adoção de tecnologias IoT.

Já relacionado à compatibilidade do uso dos serviços de IoT ao estilo de trabalho do respondente, antes do curso os respondentes afirmavam, de maneira geral, inexistir, não saber ou haver baixa compatibilidade. Um dos respondentes afirmou, ao início do curso, haver total compatibilidade entre os serviços IoT e seu estilo de trabalho, enquanto outro afirmou que os serviços de IoT "Funcionam bem por eu trabalhar de casa, consigo usar rotinas com assistentes de voz".

Após o curso, houve um aumento na percepção da compatibilidade entre os serviços de IoT e o estilo de trabalho. Surgiram diversos relatos de compatibilidade, desde exemplos genéricos como "Muita aderência", "Maior alcance e liberdade para trabalhar" e "Que fica a cargo da imaginação do que fazer" a relatos específicos como "Pedir previsão do tempo



durante intervalos do trabalho no home office para se planejar, pedir temperatura externa vs interna". Dessa forma, mais uma vez, o conhecimento gerado pelo curso ampliou a percepção da compatibilidade dos serviços de IoT com o estilo de trabalho, sendo que, como verificado, alguns dos respondentes afirmaram, no início do curso, ser necessário um maior estudo - conforme relatos como "ainda não sei" ou "atualmente, ainda é limitada esta percepção" - para ter condições de responder à pergunta.

4.4 COMPLEMENTABILIDADE PERCEBIDA

Referente à percepção em relação à gama de serviços IoT disponíveis atualmente, os respondentes, antes do curso, afirmavam, em sua grande maioria, terem uma percepção baixa, não conhecer ou inexistir essa percepção. Somente um respondente foi além e afirmou que a "IoT já é amplamente usada há anos, mas novas possibilidades surgiram recentemente", confirmando, em outras palavras, que ainda há poucas aplicações e serviços IoT disponíveis atualmente e que, portanto, há uma gama a ser explorada.

Após o curso, essa percepção de que há muito a ser explorado tornou-se um padrão nas respostas. Um deles afirmou que "existe muitas possibilidades". Outro diz que "há muito a se explorar em IoT". Um terceiro diz: "identifico fácil oportunidades", sinalizando esse potencial de crescimento. Termos como "em expansão" e "aumentando" também aparecem.

O desconhecimento afirmado por alguns respondentes ao início do curso não é mais mencionado, sugerindo assim que houve uma mudança na percepção dos respondentes, que agora visualizam algo a ser explorado em relação aos serviços e tecnologias IoT.

Sobre a percepção em relação à gama de serviços IoT disponíveis em dispositivos móveis, no início do curso três dos respondentes afirmam não saber responder ("Não tenho ideia", "Não conheço", "Não sei"). Outro diz que não há "nenhuma" percepção. Outros respondem dizendo que percebem que esses serviços serem algo "incipiente", que "estão se popularizando", mas que "ainda existe muito espaço para desenvolvimento de serviços e aplicações".

Após o curso, somente um respondente dizia ser "desconhecida" essa percepção. Os demais, de maneira geral, seguiram o padrão de que há um potencial a ser explorado. Um deles, especialmente, diz o seguinte: "Há muito a se explorar, acho que há todo um mercado novo nesta área, porém creio que há um tempo para a adoção". Ele sugere que, por ser algo novo, essa percepção ainda não está clara, mas que, com o passar do tempo, tende a ficar mais clara. Mais uma vez, há uma correlação da afirmação com a literatura: TRAN-DANG et al. (2022) e GUPTA et al. (2022) afirmam que a imaturidade tecnológica constituem barreiras na adoção de tecnologias IoT.

Outro participante, ainda, associa os serviços de IoT aos aplicativos (apps) nele instalados e, nessa mesma linha dos outros respondentes diz que percebe "que dispositivos móveis permitem muito mais possibilidades de solução de problemas", ambos sugerindo, de maneiras diferentes, que um dispositivo móvel, por si só, também oferece serviços de IoT. Ao fim o curso, portanto, percebe-se que houve uma mudança nessa percepção após o conhecimento obtido.

4.5 BENEFÍCIOS PERCEBIDOS

Em relação à percepção relacionada à utilidade do uso de serviços de IoT nas vidas



peçoal e profissional, a percepção de desconhecimento e de pouca aplicação da IoT permanece semelhante nas respostas aplicadas nas questões anteriores. Destoando desse padrão, um deles afirma que a utilidade dos serviços IoT é aplicada a seu trabalho, dizendo que trabalha "diretamente com desenvolvimento de dispositivos IoT", enquanto outro diz que essa utilidade "Será cada dia mais intrusiva a ponto de ser tornar indispensável".

Essa última resposta, por sua vez, passa a ser mais frequente no questionário aplicado após o curso. Uns afirmam que há uma utilidade "alta" e ser de "extrema importância", onde "se pode fazer tudo e mais um pouco", sendo "quase parte do dia a dia, mas um pouco 'travada'", devido aos "percalços" causados pela implementação de qualquer tecnologia.

O desconhecimento não é mais afirmado por nenhum participante, mais uma vez sugerindo que o curso mudou a percepção dos serviços de IoT para este grupo. Nesse sentido, ainda, uma expectativa parece ter sido criada perante o grupo, ficando claras em duas das respostas: "Tá chegando" e "Despertando interesse". Isso também é respaldado em respostas obtidas nas questões anteriores, onde os termos "novas possibilidades", "muitas possibilidades", "mais possibilidades", "muito a ser explorado" e "oportunidades" são frequentemente mencionados após o conhecimento obtido no curso.

4.6 ATITUDE

Sobre o sentimento durante o uso de dispositivos IoT, diferentes respostas foram obtidas no questionário aplicado antes de iniciar o curso. Alguns afirmaram não utilizar, outros diziam haver "insegurança" no seu uso. Um deles afirmou que o uso de serviços IoT é "normal, já faz parte do dia a dia". Dois ainda afirmam que esse assunto "parece algo meio futurista", mas que "parece um pouco bobo pra pessoas que estão vendo de fora", como se houvesse uma realidade paralela em relação ao tema. As preocupações com a segurança foram apontadas por dois dos participantes, sendo que um deles diz: "Facilita a vida, mas me preocupa o quanto esta troca de dados pode ser hackeada ou compartilhada com entidades alheias ao meu ecossistema". Essas declarações, inclusive, corroboram os achados de diversos trabalhos (TRAN-DANG et al., 2022) (GUPTA et al., 2022) que afirmam que a segurança é uma barreira na adoção de tecnologias IoT.

Após a aplicação do curso, as respostas passaram a carregar o conhecimento como chave para o uso de serviços IoT. Alguns manifestaram-se dizendo que precisam aprender mais, um deles afirmando ser "uma criança aprendendo a andar". Outros, por sua vez, sugerem que o conhecimento adquirido durante o curso os deixou "mais à vontade" para usar esses serviços. Alguns, porém, continuaram demonstrando ceticismo em relação ao uso, afirmando que "há pouco retorno" e "se funciona de forma fluída há um bom sentimento".

4.7 INTENÇÃO CONTÍNUA DE USO

Em relação à pretensão a continuar utilizando os serviços de IoT futuramente, antes do curso, um deles afirmou não ter resposta, outro afirmou que "talvez" utilizaria, e outros dois afirmavam ainda ter dúvidas em relação ao uso futuro. Os demais afirmavam que utilizariam a IoT futuramente, por diversos motivos: "É minha área profissional e estamos em crescimento", "Agilizaria" e "facilitam tarefas do dia a dia", "Porque é natural ao processo de dinâmica da tecnologia".



Após a aplicação do curso, todos os 11 respondentes foram unânimes em afirmar que continuarão usando os serviços IoT, agregando novas justificativas ligadas ao conhecimento obtido durante o curso ou a ser obtido futuramente: "conhecimento e conhecer novos mercados", "Pela gama de possibilidades apresentadas" e "acho que há muito a ser explorado" foram algumas das justificativas apresentadas pelos respondentes nas suas respostas.

Por fim, referente à recomendação do uso de serviços IoT para amigos, antes do início do curso três dos 10 respondentes afirmaram que não recomendariam o uso de serviços IoT a amigos, sem justificar os motivos que levaram a tal resposta. Os demais recomendariam seu uso justificando, de maneira geral, que esses serviços "facilitariam as tarefas do dia a dia".

Após o curso, entretanto, apenas um dos respondentes afirmou que não recomendaria o uso de serviços IoT a amigos, justificando serem "pessoas que não entendem a tecnologia, creio que eles precisem que a tecnologia seja 'invisível' para seu uso". Neste ponto, cabe ressaltar que esta resposta confronta outras dadas na Subseção 4.2, na qual alguns respondentes afirmaram que seus familiares e amigos já utilizavam a IoT, mesmo sem saber. Seu uso seria frequente, "mas acabam por nem perceber", enquanto outro dizia: "Vejo que está em tudo o que fazemos". Entre as possíveis justificativas para essa resposta, uma delas poderia ser relacionada à falta de conhecimento sobre a ubiquidade da IoT, que, por algum motivo, não foi entendida pelo participante.

Dito isso, os demais participantes afirmaram categoricamente que recomendariam o uso de serviços IoT, apresentando justificativas relacionadas à facilidade e benefícios trazidos por esses serviços, entre os quais foram destacados a resolução de muitos problemas e economia de tempo. Um deles, além das facilidades, apresentou o conhecimento como justificativa para sua recomendação: "buscar novos conhecimentos e facilidades que podem ser adquiridas".

4.8 RELACIONAMENTO DO ESPIRAL DO CONHECIMENTO COM TAM E UTAUT

A análise das dimensões 4.1 a 4.7 oferece uma narrativa coesa e progressiva das mudanças nas percepções e atitudes dos participantes em relação aos serviços IoT, demonstrando uma estreita aderência com o modelo Espiral do Conhecimento de Nonaka (1994) e as teorias TAM (DAVIS et al., 1989) e UTAUT (VENKATESH et al., 2003).

A partir da dimensão 4.1 "Quantidade de Serviços IoT", emerge uma clara evolução das percepções. As visões iniciais sobre a inacessibilidade e impopularidade dos serviços IoT dão lugar a uma compreensão mais otimista e profunda da sua popularidade e disponibilidade. Esse processo reflete uma mudança da externalização para a internalização no Espiral do Conhecimento, em harmonia com as teorias TAM e UTAUT, que enfatizam a importância da utilidade percebida e da facilidade de uso na adoção tecnológica.

A dimensão 4.2 "Massa Crítica Percebida" amplia essa trajetória de transformação. As percepções iniciais de adoção limitada por conhecidos transmutam-se em um entendimento internalizado da difusão ubíqua da IoT. Isso reflete uma progressão no Espiral do Conhecimento, alinhando-se com a teoria UTAUT, que destaca a influência social na formação de atitudes.

Na dimensão 4.3 "Compatibilidade Percebida", as mudanças nas percepções também são evidentes. As visões iniciais de compatibilidade restrita são substituídas por uma compreensão mais abrangente e positiva após o curso. Isso espelha uma transição da externalização para a internalização, de acordo com o framework UTAUT, que enfatiza a



percepção de alinhamento entre a tecnologia e as tarefas diárias.

Nas dimensões 4.4 "Complementaridade Percebida" e 4.5 "Benefícios Percebidos", a análise aponta para uma continuidade dessa evolução. As percepções iniciais limitadas dão lugar a uma apreciação mais aguçada das possibilidades. Isso reforça a progressão na Espiral do Conhecimento, destacando como o conhecimento impacta a identificação e apreciação dos benefícios dos serviços IoT, em consonância com as teorias TAM e UTAUT.

Ao examinar as dimensões 4.6 "Atitude" e 4.7 "Intenção Contínua de Uso", a análise destaca um processo semelhante de transformação. As atitudes iniciais, marcadas por insegurança e incerteza, evoluem para uma postura mais positiva e consolidada, em sintonia com as teorias TAM e UTAUT. O conhecimento adquirido durante o curso emerge como um fator central nessa mudança, enfatizando a influência direta do Espiral do Conhecimento nas atitudes e intenções de uso, reforçando a importância do aprendizado na adoção tecnológica.

Em síntese, a análise abrangente das dimensões 4.1 a 4.7 traça um cenário de evolução coeso nas percepções, atitudes e intenções dos participantes em relação aos serviços IoT. Essa narrativa reforça a aplicabilidade das teorias TAM e UTAUT, juntamente com a Espiral do Conhecimento de Nonaka (1994), no contexto da adoção de tecnologias emergentes, enfatizando a relevância do conhecimento como um agente transformador.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Conforme mencionado na literatura atual, o conhecimento pode ser uma barreira (GUPTA et al., 2022) (FARAJPOUR et al., 2022) ou um facilitador (AHMED et al., 2021) (TREIBLMAIER et al., 2020) na adoção de tecnologias IoT, independentemente do ramo de aplicação. Isso ficou comprovado durante a execução e avaliação desse trabalho, onde percebeu-se que o conhecimento obtido durante o curso representou uma modificação positiva na percepção dos usuários em relação à adoção das tecnologias IoT.

Nos questionários aplicados antes do curso, havia uma mistura de ceticismo e desconhecimento em relação às tecnologias IoT, reforçados por termos como "Algo meio futurista" e "Ainda inseguro". Após o curso, porém, termos como "Novas possibilidades", "oportunidades" e "facilidades nas tarefas do dia a dia" passaram a ser recorrentes nas respostas dos participantes, indicando uma expectativa e uma maior predisposição por parte do usuário para sua experimentação e adoção, fator considerado uma barreira por REJEB et al. (2021).

Também foi possível identificar a relação do espiral do conhecimento (NONAKA, 1994) e fazer um paralelo nos preditores das teorias TAM (DAVIS et al., 1989) e UTAUT (VENKATESH et al., 2003), de forma a gerar novas reflexões sobre o papel do conhecimento durante o processo de capacitação dos adotantes às novas tecnologias.

Como trabalhos futuros sugere-se analisar se essa percepção trazida pelo conhecimento se mantém ou oscila em um recorte temporal amplo. Também se sugere a aplicação deste questionário a públicos não relacionados profissionalmente com tecnologia da informação. Ainda sugere-se avaliar a contribuição dos resultados para a formulação de novos modelos centrados no conhecimento que possam ser complementares aos construtos que envolvem conhecimento nas teorias TAM e UTAUT.

Ainda como sugestão, há recomendação no desenvolvimento de trabalhos complementares que possam estender a coleta para obter uma amostra mais representativa e prover uma análise em escala quantitativa com a validação estatística dos modelos teóricos.

Por fim, sugere-se submeter a avaliação desse resultado perante a ferramenta ChatGPT¹, a fim de observar como essa inteligência artificial avaliaria as respostas apresentadas neste trabalho.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao CNPq – Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico pelo apoio fornecido ao longo deste trabalho.

¹ Ferramenta de Inteligência Artificial generativa de linguagem avançada desenvolvida pela empresa OpenAI capaz de gerar respostas sobre uma ampla variedade de tópicos. Está atualmente na sua versão 4.0 e encontra-se disponível em <https://openai.com/blog/chatgpt/>.

REFERÊNCIAS

AHMED, Shehzad et al. Towards supply chain visibility using internet of things: A dyadic analysis review. **Sensors**, v. 21, n. 12, p. 4158, 2021.

BUOGO, Mateus; FACHINELLI, Ana Cristina; GIACOMELLO, Cíntia Paese. Gestão do conhecimento e segurança da informação. **AtoZ: novas práticas em informação e conhecimento**, v. 8, n. 2, p. 49-59, 2020.

DAVIS, Fred D. et al. Technology acceptance model: TAM. **Al-Suqri, MN, Al-Aufi, AS: Information Seeking Behavior and Technology Adoption**, p. 205-219, 1989.

DE ARAUJO, Regina Barreto. Computação ubíqua: Princípios, tecnologias e desafios. In: **XXI Simpósio Brasileiro de Redes de Computadores**. 2003. p. 11-13.

FARAJPOUR, Farnoush et al. Digital supply chain blueprint via a systematic literature review. **Technological Forecasting and Social Change**, v. 184, p. 121976, 2022.

GUPTA, Himanshu et al. Strategies to overcome barriers to innovative digitalisation technologies for supply chain logistics resilience during pandemic. **Technology in Society**, v. 69, p. 101970, 2022.

HSU, Chin-Lung; LIN, Judy Chuan-Chuan. An empirical examination of consumer adoption of Internet of Things services: Network externalities and concern for information privacy perspectives. **Computers in human behavior**, v. 62, p. 516-527, 2016.

LOUREIRO, Antonio AF et al. Redes de sensores sem fio. In: **Simpósio Brasileiro de Redes de Computadores (SBRC)**. sn, 2003. p. 179-226.

NONAKA, Ikujiro. A dynamic theory of organizational knowledge creation. **Organization science**, v. 5, n. 1, p. 14-37, 1994.

NONAKA, Ikujiro; TAKEUCHI, Hirotsugu. **Gestão do conhecimento**. Porto Alegre:



Bookman, 2008.

REJEB, Abderahman et al. Integrating the Internet of Things in the halal food supply chain: A systematic literature review and research agenda. **Internet of Things**, v. 13, p. 100361, 2021.

SANTOS, Bruno P. et al. Internet das coisas: da teoria à prática. **Minicursos SBRC - Simpósio Brasileiro de Redes de Computadores e Sistemas Distribuídos**, v. 31, p. 16, 2016.

TRAN-DANG, Hoa et al. The Internet of Things for logistics: Perspectives, application review, and challenges. **IETE Technical Review**, v. 39, n. 1, p. 93-121, 2022.

TREIBLMAIER, Horst et al. The physical internet as a new supply chain paradigm: a systematic literature review and a comprehensive framework. **The International Journal of Logistics Management**, v. 31, n. 2, p. 239-287, 2020.

TTN, The Things Network (2022). **Especificação LORAWAN**. Disponível em: <<http://www.thethingsnetwork.org>>. Acesso em: 29.nov.2022

VENKATESH, Viswanath et al. User acceptance of information technology: Toward a unified view. **MIS quarterly**, p. 425-478, 2003.