

Proposta de integração curricular com Internet das Coisas na Educação Profissional Técnica de Nível Médio

Jackson da Cruz Costa, Luiz Affonso Guedes

Instituto Metrópole Digital (IMD) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN) - Av. Senador Salgado Filho, 3000, CEP 59.078.970 - Natal - RN - Brasil

jackson.costa@ifrn.edu.br, affonso@dca.ufrn.br

Abstract. *The digital technologies of Industry 4.0 are increasingly present in society, demanding reflections on training processes in the most diverse areas and levels of education. Thus, this article describes a proposal to integrate Internet of Things (IoT) technologies in the curriculum of a high school technical course in Agriculture integrated with High School. Using the Design Science Research Methodology, a prototype of an IoT device was developed to be used as a didactic tool submitted to the evaluation of teachers, who showed interest in its use, pointing out great potential in improving teaching-learning processes.*

Resumo. *As tecnologias digitais da Indústria 4.0 estão cada vez mais presentes na sociedade, demandando reflexões acerca dos processos formativos nas mais diversas áreas e níveis de ensino. Neste contexto, este artigo descreve uma proposta concebida por meio da abordagem Design Science Research, para integrar conceitos e tecnologias da Internet das Coisas (IoT) ao currículo de um curso técnico de nível médio em Agropecuária, utilizando um artefato tecnológico baseado em IoT como ferramenta didática. Em avaliação junto a professores do curso, foi demonstrado interesse na aplicação da proposta e grande potencial do artefato para o aprimoramento dos processos de ensino-aprendizagem.*

1. Introdução

A Internet das Coisas (IoT) pode ser vista como uma infraestrutura global que permite a interconexão de objetos físicos e virtuais através de tecnologias de informação e comunicação existentes e em evolução [ITU 2012].

De forma mais específica, [Sethi e Sarangi 2017] definem IoT como um paradigma em que objetos equipados com sensores, atuadores e processadores se comunicam entre si para servir a um propósito significativo.

Assim, a IoT caracteriza cenários onde a conectividade, capacidade computacional e automação estão presentes em dispositivos cada vez menores e acessíveis, o que torna possível estender a infraestrutura existente da Internet a objetos do cotidiano para monitorá-los e controlá-los remotamente.

Por esta razão, diversas áreas têm explorado o potencial da IoT, proporcionando a criação de ambientes inteligentes em residências, espaços públicos das cidades, fábricas, lojas, hospitais, fazendas etc.

A utilização da IoT e de outras tecnologias ligadas à Indústria 4.0 como Inteligência Artificial, Big Data, Computação em Nuvem e Robótica [Vermulm 2018], têm impactado significativamente no modo como as pessoas se relacionam e interagem, influenciando os processos nos mais diversos segmentos sociais que se relacionam diretamente com o mundo do trabalho, entretenimento e educação.

Esta realidade tem exigido novas reflexões sobre o papel da escola e do professor, indicando a necessidade de haver uma maior flexibilidade nos processos educativos, considerando a cultura digital e o uso das tecnologias digitais de forma crítica, criativa e inovadora.

Dentre os diferentes contextos educacionais formais e informais, neste trabalho foi considerado o Ensino Médio Integrado (EMI), modalidade que articula a Educação Profissional e Tecnológica (EPT) de nível médio com a formação geral da última etapa da Educação Básica (EB).

O EMI tal qual ofertado na rede pública federal de ensino tem entre seus princípios a formação integral, permeando todas as dimensões da vida humana; politecnia, que diz respeito à multiplicidade dos conhecimentos teórico-práticos e na concepção de um currículo integrado, articulando de forma interdisciplinar, as áreas propedêuticas e técnicas nas perspectivas da ciência, cultura, trabalho e tecnologia [Ramos 2018].

Conforme destacado por [Guimarães e Castman 2021], o EMI pode ser visto como opção mais adequada à formação para Indústria 4.0 por incentivar a promoção da adaptabilidade a cenários diversos e a capacidade de análise, em contraponto com a abordagem mecanicista e reprodutivista do ensino tradicional.

Independente do eixo tecnológico, diante da realidade posta, nos espaços de formação do EMI se faz importante inserir nas práticas pedagógicas, reflexões sobre os impactos das tecnologias da Indústria 4.0, o que inclui a IoT, na respectiva área de formação profissional.

Assim, este artigo tem como objetivo apresentar uma proposta para utilização de tecnologias IoT enquanto ferramenta didática na EPT, em cursos técnicos de nível médio para além do eixo tecnológico de Informação e Comunicação. A proposta contempla o desenvolvimento de uma sequência didática interdisciplinar voltada para o curso de Agropecuária integrado ao Ensino Médio e um protótipo de dispositivo IoT de referência.

2. Referencial Teórico

Diferentemente do Ensino Médio tradicional, o EMI busca em seu currículo integrar os conhecimentos da formação geral com os da formação profissional, conferindo sentido de continuidade do processo de aprendizagem. O currículo integrado busca garantir, então, a formação omnilateral, permitindo que o aluno tenha sua formação profissional de forma integrada ao ensino médio, não apenas adicionando disciplinas técnicas à grade do ensino médio, mas garantindo uma compreensão global do conhecimento e a promoção da interdisciplinaridade, sendo esta, essencial na organização do currículo [Pires 2007].

Dessa forma, o EMI busca integrar conhecimentos gerais e específicos numa perspectiva da unidade do saber humano, rompendo com o pensamento fragmentado de que professores da educação básica ministram as teorias gerais e os professores da formação técnica ministram as suas aplicações, proporcionando assim, a integração na perspectiva da totalidade, sem subordinação, superposição ou somatório dos conhecimentos [Ramos 2018].

No que se refere a relação entre a EPT e a Indústria 4.0, é importante ressaltar que a área da educação como um todo também é influenciada pela Indústria 4.0, trazendo novas demandas que envolvem também a digitalização dos processos educativos. A chamada Educação 4.0 surge assim, como uma resposta, visando desenvolver nos alunos a capacidade de aplicar novas tecnologias na sociedade digital, priorizando habilidades de criação e inovação [Lessa 2021].

Com isso, compreende-se que a Educação 4.0 tende a permear todos os segmentos educacionais, da Educação Infantil ao Ensino Superior, o que inclui a EPT. Neste contexto, [Lessa 2021] identificou através de um estudo de caso realizado no Instituto Federal de Brasília (IFB) que práticas sob a óptica da Educação 4.0 já se fazem presentes, embora sejam necessárias adequações estruturais e de capacitação.

Para [Guimarães e Castaman 2021], embora possa parecer contraditório abordar a Indústria 4.0 e a formação integral no EMI, já que a primeira procura responder exclusivamente às demandas do mercado econômico, e a segunda visa a emancipação do ser em todos os aspectos, sua coexistência é uma realidade e deveria ser refletida no ambiente escolar.

Dessa forma, apesar da compreensão que o projeto de formação humana integral não se pauta exclusivamente pelas demandas do mercado de trabalho, também se deve considerar as intensas transformações no mundo do trabalho da sociedade hodierna. Portanto, a Indústria 4.0 deve, em alguma medida, permear os currículos das diferentes ofertas do EMI, para que os alunos “se apropriem do conhecimento relacionado a Indústria 4.0 de modo reflexivo e emancipatório” [Guimarães e Castaman 2021].

Diante do exposto, sendo a IoT considerada tecnologia basilar na Indústria 4.0, que impacta praticamente todos os segmentos econômicos e conseqüentemente o mundo do trabalho, ressalta-se a importância de uma maior apropriação dos conceitos e ferramentas para utilização da IoT no contexto educacional do EMI.

Na área da educação, de acordo com [Moreira 2021], os conceitos e tecnologias IoT podem ser utilizados nos seguintes contextos: **a. IoT como objeto de Ensino**, que está relacionada com a perspectiva de “Aprender sobre as tecnologias”, onde as tecnologias da computação são o objeto de ensino, a fim de desenvolver novas técnicas ou aprimorar as existentes; **b. IoT como ferramenta de suporte à gestão**, que diz respeito a utilização da IoT para monitorar e controlar ambientes, materiais e recursos, além de processos relativos à administração do espaço escolar e **c. IoT como ferramenta didática**, que se refere a utilização em situações de aprendizagem, sejam como objetos de aprendizagem ou enriquecendo os espaços com dados do mundo real.

Dentre os cenários apresentados, buscou-se explorar neste trabalho a utilização da IoT como ferramenta didática, buscando ampliar as possibilidades do desenvolvimento tecnológico nos contextos de aprendizagem do EMI.

3. Trabalhos Relacionados

Ao utilizar IoT como ferramenta didática, verificou-se em pesquisa bibliográfica que há diversas perspectivas quanto à implementação das práticas pedagógicas, destacadas a seguir.

A primeira perspectiva leva em consideração a montagem de modelos didáticos baseados em IoT para serem aplicados em contexto de aula e a partir deles, extrair dados e gerar aprendizagens sobre tópicos de áreas que podem ou não estão diretamente ligadas às ciências da computação ou engenharias.

Tal perspectiva pode ser vista em [Moreira *et al.* 2020], onde os autores desenvolveram um protótipo de casa inteligente chamado de *MannaHome* com Arduino Mega, ESP8266 e ESP32, sistema RFID, *kit* infravermelho, servo motor e diversos sensores com o objetivo de simular eventos de uma casa inteligente. O dispositivo foi utilizado por alunos do Ensino Médio, que tiveram a oportunidade de aprender sobre IoT e identificar conceitos de Física presentes no protótipo.

Já em [Moreira, Vairinhos e Ramos 2018], foi relatada a realização de atividades com alunos do 8º ano da Educação Básica de Portugal envolvendo a utilização de um dispositivo IoT para potencializar o aprendizado de conceitos de Física e Química, utilizando sensores de temperatura, umidade e barométrico, plataforma de *hardware* Arduino e a plataforma IoT *ThingSpeak*.

Uma outra perspectiva está relacionada à utilização de dispositivos IoT já disponíveis no mercado, como em [Fu, Chen e Cheng 2021], que conduziram experimentos no ensino superior, onde foram utilizadas pulseiras inteligentes (*smart bracelet*) em um grupo de controle para disseminação de microaulas (*microclass*) sobre técnicas do basquete, comparando o melhoramento da técnica e desempenho em relação a outra turma com aulas tradicionais.

Uma terceira perspectiva sobre a utilização da IoT como ferramenta didática está relacionada a práticas pedagógicas em que se propõem, além da utilização, a criação de artefatos tecnológicos pelos alunos, conforme identificado em [Tortoriello e Veronesi 2021], que relatam uma experiência com alunos do Ensino Médio envolvendo a construção de protótipos utilizando tecnologias IoT para solução de problemas relacionados à melhoria da qualidade de vida dos cidadãos com foco na questão ambiental. Além disso, os projetos buscavam também melhorar as habilidades dos alunos nas disciplinas de matemática, física, biologia, ciências da computação.

Assim, a presente proposta se enquadra na primeira perspectiva apresentada, ao propor a utilização de um artefato tecnológico baseado na IoT para potencializar a aprendizagem e diferindo dos trabalhos encontrados por apresentar uma prática pedagógica totalmente alinhada com o currículo e no contexto educacional do EMI, articulando conhecimentos da formação técnica específica, com os conhecimentos da formação geral.

4. Metodologia

A abordagem epistemológica-metodológica adotada neste trabalho foi a *Design Science Research* (DSR), que prevê a realização de pesquisas fundamentadas na *Design Science*,

ou Ciência do Artificial, defendida e popularizada por [Simon 1969] ao apontar a necessidade de se gerar conhecimento sobre artefatos, legitimando seu desenvolvimento como forma de produzir conhecimento científico.

Para conduzir este trabalho segundo a abordagem DSR foi utilizado o método chamado *Design Science Research Methodology* (DSRM), que consiste em um modelo processual com seis atividades que podem ser iniciadas em diferentes fases, a depender da abordagem escolhida, relacionada aos objetivos e estágio de desenvolvimento do artefato [Peffers *et al.* 2007].

As atividades do DSRM foram executadas na seguinte sequência: (1) Identificação do problema e motivação, (2) Definição objetivos da solução, (3) Projeto e Desenvolvimento, (4) Demonstração, (5) Avaliação e (6) Comunicação [Peffers *et al.* 2007].

Baseado nestas atividades, para o desenvolvimento do artefato foram realizadas as seguintes etapas: (1) Contextualização, envolvendo o ambiente de aplicação da proposta e os requisitos da solução; (2) Aplicações IoT, onde foi realizado um mapeamento das aplicações IoT relacionadas ao curso técnico, neste caso, Agropecuária; (3) Análise curricular, onde foram definidas as disciplinas e conteúdos a serem trabalhados de forma interdisciplinar; (4) Prototipação, que envolveu o projeto e desenvolvimento do protótipo do sistema IoT de referência; (5) Atividades, o que envolveu a definição das atividades práticas para utilização com o sistema IoT e (6) Avaliação, que levou em consideração a opinião de docentes que atuam no curso.

5. Resultados

Como resultado, foram desenvolvidos uma sequência didática interdisciplinar e um protótipo de sistema baseado em IoT, destinados a uma turma ingressante do curso técnico de nível médio em Agropecuária integrado ao Ensino Médio do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte (IFRN), Campus Apodi.

O tema transversal definido para a sequência didática foi “Agricultura Digital: Tecnologias, impactos e vivências”, com o objetivo de conduzir um estudo teórico-prático sobre os impactos das tecnologias da Indústria 4.0 na Agropecuária com ênfase na IoT.

A proposta, com duração de 4 semanas e carga horária de 2h/a semanais, envolve as disciplinas de Introdução à Agropecuária, Informática, Sociologia, Matemática, Biologia e Inglês, componentes que constam no projeto pedagógico do curso.

Assim, em cada semana deve ser abordado um aspecto relevante da Agricultura Digital, organizados nos seguintes subtemas: (1) **Indústria 4.0 e IoT**, com o objetivo de compreender quais tecnologias digitais têm sido utilizados na Agropecuária, com ênfase em IoT e avaliar os impactos socioeconômicos provenientes do uso das tecnologias da Indústria 4.0 na Agropecuária; (2) **Clima**, com o objetivo de compreender a relação entre clima e agricultura, identificar e organizar dados climáticos da região (de temperatura e pluviométricos) e medir condições climáticas no campo; (3) **Solo**, com o objetivo de conhecer as características e propriedades do solo e sua importância para Agricultura e medir condições da umidade do solo; e (4) **Água**, com o objetivo de

compreender a importância da água na agricultura, conhecer os principais sistemas de irrigação, e planejar a automatização de um sistema de irrigação.

Com relação ao protótipo de sistema IoT de referência a ser utilizado pelos alunos durante as aulas, foi desenhado conforme esquema da Figura 1, com três componentes: **Agente IoT (A)**, dispositivo responsável por realizar a interface do sistema com o ambiente através de sensores e atuadores diversos; **Servidor IoT (B)**, dispositivo responsável por receber, processar e armazenar os dados enviados pelo agente e **Cliente (C)**, dispositivo utilizado pelos usuários para acessar os painéis de dados.

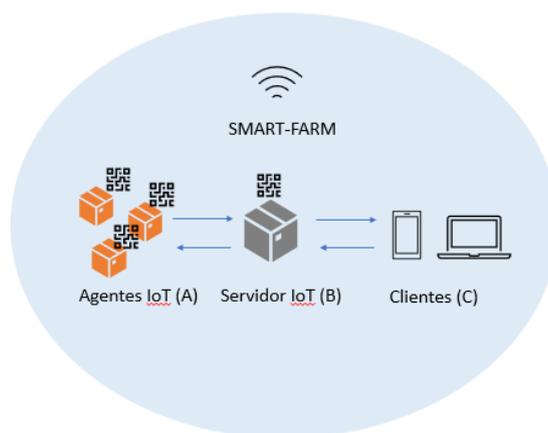


Figura 1 - Esquema componentes sistema IoT

Para o agente IoT foram utilizados um sensor de umidade e temperatura do ar (DHT-11), um sensor capacitivo de umidade do solo, um sensor de luminosidade (LDR) e um relé de 1 canal controlados por um módulo *Healtek ESP32 Wi-Fi Lora V2*. Na Figura 2 pode ser visto o esquema de montagem sobre uma *protoboard*.

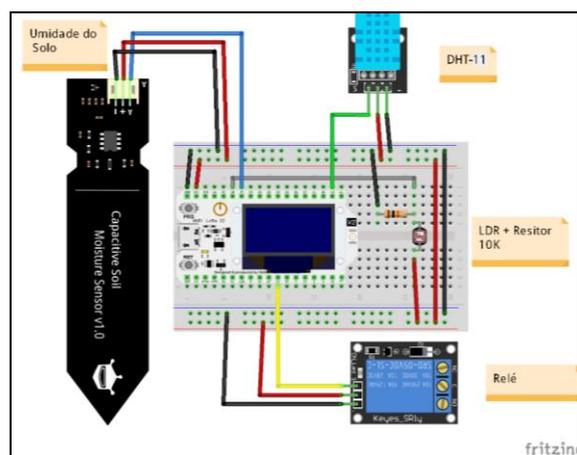


Figura 2 - Esquema dispositivo agente

Após a programação física utilizando a IDE do Arduino e testes locais, foi realizada a programação da aplicação no componente servidor IoT, que consistiu de uma placa *Raspberry Pi* com o sistema operacional nativo e os software *Node-RED* e *broker MQTT Mosquitto* instalados.

A programação da aplicação se deu através da configuração dos nós no *Node-RED*, criando um fluxo para o recebimento, tratamento e exibição das informações em painéis de dados (*mqtt in*) e outro para envio de dados de retorno para o agente IoT (*mqtt out*), resultando no painel de dados na Figura 3.

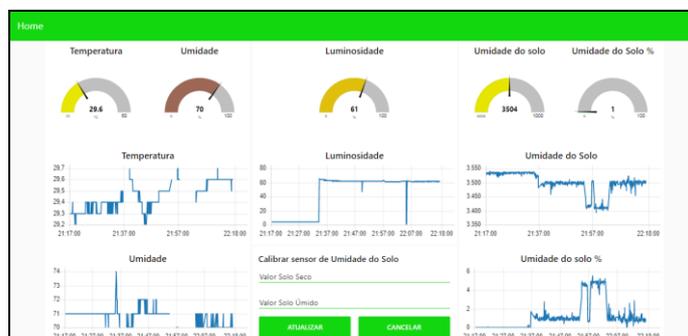


Figura 3 – Painel de dados criado no Node-RED

Para se obter uma melhor experiência com a utilização do dispositivo denominado de agente IoT, foi projetada uma pequena caixa com dimensões de 5cm de largura, 8cm de comprimento e 3,5cm de altura, com quatro aberturas na parte superior, uma para cada sensor, onde também foram inseridos ícones representando cada tipo de medição e um *QR-Code* contendo o endereço eletrônico para acessar o painel de dados específico daquele dispositivo. Como resultado, se chegou ao protótipo registrado na Figura 4.



Figura 4 - Montagem dispositivo agente IoT

Foram ainda sugeridas três atividades práticas para utilização com o artefato tecnológico. A primeira, **“Obtendo Dados Climáticos Locais”**, tem como objetivos coletar e analisar dados climáticos da região fornecidos por institutos de meteorologia, coletar dados climáticos locais a partir de um sistema baseado em IoT e comparar dados locais com os dados de estações meteorológicas; a segunda atividade, **“Obtendo dados de umidade do solo”**, tem como objetivo identificar os diferentes tipos de solo, coletar e analisar umidade do solo a partir do sistema IoT; a terceira atividade, **“Planejando a automatização de um sistema de irrigação”**, tem como objetivo identificar os elementos necessários a um sistema de irrigação e projetar um sistema de irrigação automatizada utilizando tecnologias IoT.

Sobre o processo de avaliação, participaram 2 técnicos, 2 docentes de Informática, 3 docentes de Agropecuária e 2 docentes da formação geral, totalizando 9 participantes, que tiveram a oportunidade de explorar os artefatos, tirar dúvidas e contribuir com observações através de um questionário de avaliação.

O questionário foi dividido em três partes: (1) Sequência didática interdisciplinar, (2) Atividades e (3) Dispositivo, onde os participantes puderam assinalar o nível de concordância com as afirmações fornecidas (Concordo totalmente, Concordo, Não consigo opinar, Não concordo e Discordo totalmente), tendo como base uma escala *Likert* com cinco alternativas.

Para a organização dos resultados, foi atribuído a cada alternativa, um valor numérico variando de cinco até um, sendo cinco para a alternativas com maior nível de concordância e um para o menor nível. Dessa forma, foi possível calcular a média das respostas de cada grupo de participantes para análise. É importante destacar ainda, que os participantes puderam inserir observações livremente para qualquer item do questionário que julgassem necessário.

No que diz respeito a sequência didática, foram avaliados os seguintes aspectos: Q1 – Relevância da temática, Q2 – Contexto de aplicação, Q3 – Número de disciplinas envolvidas, Q4 – Integração curricular e Q5 – Carga horária. Conforme pode ser visto no gráfico a seguir (Figura 5), o nível de concordância foi elevado em todos, com um grau de incerteza nos itens Q3 e Q5. Para estes itens, foi relatado a dificuldade de articular o planejamento e execução das atividades em todas as disciplinas propostas e a incerteza sobre a carga horária.

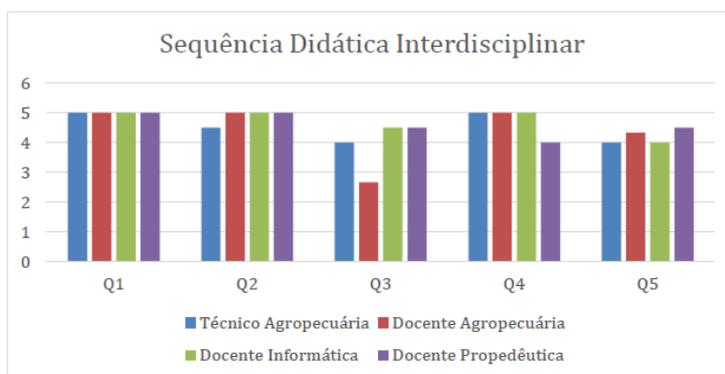


Figura 5 – Resultado Avaliação Sequência Didática

No que diz respeito as atividades, foram avaliados os seguintes aspectos: Q1 – Clareza e Objetividade, Q2 – Trabalho em grupo e colaborativo, Q3 – Criatividade e Pensamento Crítico, Q4 – Interdisciplinaridade, Q5 – Uso de artefato tecnológico, Q6 – Tempo, Q7 – Ampliação da aprendizagem. Conforme gráfico abaixo (Figura 6), também houve grande concordância, no entanto, o item Q6 teve leve discordância devido a não realização da atividade na íntegra.

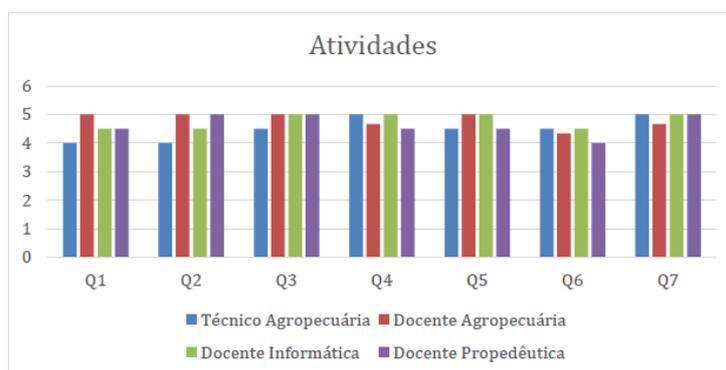


Figura 6 - Resultado Avaliação Atividades

Sobre o sistema IoT de referência, foram avaliados os itens Q1 – Facilidade de Ligar/Desligar, Q2 – Facilidade para acessar o painel de dados, Q3 – Organização dos dados no painel de dados, Q4 – Comparação com dados reais, Q5 – Aprendizagem de conceitos técnicos, Q6 – Aprendizagem de conceitos científicos, Q7 – Tamanho do dispositivo, Q8 – Disposição para utilização. Conforme pode ser visto no gráfico a seguir (Figura 7), o nível de concordância também foi elevado em todos os aspectos, com um grau de incerteza nos itens Q4 e Q7. Também pode ser destacado o item Q8 como muito positivo.

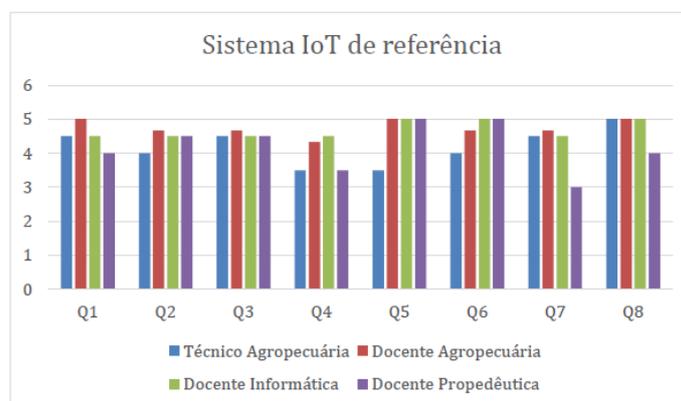


Figura 7 - Resultado Avaliação Sistema IoT de Referência

Por fim, os participantes fizeram as seguintes considerações sobre o protótipo, que podem ser consideradas sugestões de melhoria para uma possível evolução ou outras possibilidades de utilização no curso: (1) aumentar o número de variáveis medidas, logo, acrescentar mais sensores, (2) tornar modular o dispositivo “agente”, podendo acrescentar ou remover sensores a depender da atividade prática, (3) aprimorar a precisão dos sensores medidos de forma a obter dados mais próximos possível da realidade, e (4) encapsular o dispositivo em um material resistente a condições ambientais extremas, como alta temperatura e a quedas acidentais, uma vez que poderão ser utilizados em campo.

Entre as sugestões de utilização além da proposta apresentada estão (1) realizar treinamento com os professores que irão utilizar os dispositivos em suas práticas pedagógicas, (2) utilizar os dispositivos em outras disciplinas técnicas específicas que são realizadas ao longo do curso, envolvendo inclusive a área animal e (3) utilizar os dispositivos em contextos de pesquisa científica.

6. Considerações Finais

Este artigo apresentou uma proposta para utilização da IoT como ferramenta didática em práticas pedagógicas no contexto educacional da Educação Profissional e Tecnológica de nível médio integrada ao Ensino Médio.

Dessa forma, considerando os princípios e concepções do EMI e a realidade socioeconômica imposta pela revolução tecnológica da Indústria 4.0, compreendeu-se que é necessário que ocorra a articulação de conhecimentos das áreas técnicas e propedêuticas com a vivência prática de aplicações IoT associadas a área do curso que se deseja aplicar.

Destarte, baseado nos resultados obtidos, verificou-se que este trabalho apresentou uma relevante contribuição para os estudos sobre IoT na Educação ao explorar por meio de artefatos tecnológicos educacionais, uma das possíveis formas de utilização da IoT em práticas pedagógicas, com experimentos realizados no curso técnico de nível médio em Agropecuária, podendo ser replicados em outros cursos técnicos integrados em que se deseja abordar esta temática, independente do seu eixo tecnológico.

Por exemplo, em cursos do eixo de Informação e Comunicação pode-se dar maior ênfase no estudo sobre as tecnologias em projetos aplicados de acordo com o interesse dos alunos, já em outros eixos, como destacado neste trabalho, a ênfase pode estar nas aplicações IoT relacionadas com o campo profissional do curso.

Assim, por já existir grande estímulo ao desenvolvimento de pesquisas científicas e tecnológicas envolvendo tecnologias da Indústria 4.0 nas escolas de EPT, as soluções podem ser reutilizadas também enquanto ferramenta didática.

Concluindo, é importante ressaltar que a proposta de realizar práticas pedagógicas com IoT contextualizadas com a área técnica e propedêutica no EMI se mostra tecnicamente viável e de grande importância ao proporcionar aos alunos uma formação ampla, transformadora e conectada com a realidade social.

Referências

- Fu, D., Chen, L. and Cheng, Z. (2021) 'Integration of wearable smart devices and internet of things technology into public physical education', *Mobile Information Systems*, 2021. doi: 10.1155/2021/6740987.
- Guimarães, N. C. O. and Castaman, A. S. (2021) 'Indústria 4.0 no ensino médio integrado à educação profissional: um debate possível?', *Dialogia*, (37), p. e17298. doi: 10.5585/dialogia.n37.17298.
- ITU (2012) 'Recomendation ITU-T Y.2060 - Overview of Internet of Things'.
- Lessa, E. T. F. (2021) 'Paradigmas Emergentes da Educação 4.0: um estudo de caso no Instituto Federal de Brasília'.
- Moreira, A. P. et al. (2020) 'Abordagem didática para a popularização da Internet das Coisas na Educação Básica', (Cbie), pp. 01–05. doi: 10.5753/cbie.sbie_estendido.2020.01.

- Moreira, F. T. (2021) 'A Internet Das Coisas Em Contextos De Educação: Tecnologias, Potencialidades, Desafios E Mudanças De Paradigmas'. Universidade de Aveiro.
- Moreira, F. T., Vairinhos, M. and Ramos, F. (2018) 'Internet das Coisas em Educação: uma ferramenta para a aprendizagem de ciências', Iberian Conference on Information Systems and Technologies, CISTI, 2018-June, pp. 1–5.
- Peppers, K. et al. (2007) 'A design science research methodology for information systems research', *Journal of Management Information Systems*, 24(3), pp. 45–77. doi: 10.2753/MIS0742-1222240302.
- Pires, T. (2007) 'Educação Profissional: a necessária integração curricular'. Available at: <http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/pde/arquivos/37-4.pdf>.
- Ramos, M. N. (2018) 'Concepção do Ensino Médio Integrado', Versão incorporada os aspectos do debate realizado no Seminário promovido pela Secretaria de Educação do Estado do Paraná dias 08 e 09 de maio de 2008. Available at: http://forumeja.org.br/go/sites/forumeja.org.br.go/files/concepcao_do_ensino_medio_integrado5.pdf (Accessed: 2 September 2021).
- Sethi, P. and Sarangi, S. R. (2017) 'Internet of Things: Architectures, Protocols, and Applications', *Journal of Electrical and Computer Engineering*, 2017. doi: 10.1155/2017/9324035.
- Simon, H. A. (1969) 'The Sciences of the Artificial. Cambridge', MA: MIT Press.
- Tortoriello, F. S. and Veronesi, I. (2021) 'Internet of things to protect the environment: a technological transdisciplinary project to develop mathematics with ethical effects', *Soft Computing*. Springer Berlin Heidelberg, 25(13), pp. 8159–8168. doi: 10.1007/s00500-021-05737-x.
- Vermulm, R. (2018) 'Políticas para o Desenvolvimento da Indústria 4.0 no Brasil', Instituto de Estudos para o Desenvolvimento Industrial, p. 30.