

Uma proposta baseada em projetos para oficinas de Internet das Coisas com Arduino voltadas a estudantes do Ensino Médio

Cassia de Oliveira Fernandez – Escola Politécnica/USP – cassia.fernandez@usp.br

Leandro Coletto Biazon – LSI-TEC – leandro.biazon@lsitec.org.br

Alexandre A. G. Martinazzo – Escola Politécnica/USP e LSI-TEC - am@lsi.usp.br

Irene Karaguilla Ficheman – LSI-TEC - irene.ficheman@lsitec.org.br

Roseli de Deus Lopes – Escola Politécnica/USP - roseli.lopes@usp.br

Resumo: *Este trabalho apresenta uma oficina de Internet das Coisas estruturada a partir de estratégias de Aprendizagem Baseada em Projetos. As oficinas propostas foram oferecidas a 32 estudantes de Ensino Médio de duas Escolas Estaduais de São Paulo, e tiveram duração de dezesseis horas, divididas em quatro dias. Utilizando sensores, atuadores, Arduino, Scratch, MBlock e AppInventor, a partir do tema Casa Inteligente, cada grupo desenvolveu um projeto distinto, de acordo com seus interesses. As percepções dos estudantes foram coletadas por meio de questionários semiestruturados para avaliação das oficinas, contendo questões referentes à auto-avaliação do aprendizado e envolvimento dos estudantes, e visão a respeito das abordagens propostas. Os resultados indicam forte aceitação do conteúdo e formato das atividades, expressos principalmente nos comentários - apontando um caminho interessante para oficinas que visem apresentar um primeiro contato aos estudantes com conteúdos de programação e robótica voltadas a despertar a motivação em relação ao aprendizado e o interesse para estes temas.*

Palavras-chave: aprendizagem baseada em projetos; robótica; Internet das Coisas.

Project based IoT workshops with Arduino to high school students

Abstract: *This paper presents an Internet of Things (IoT) workshop proposal drawn upon Project-Based Learning strategies where the sixteen hours workshop was divided in four days. Using electronic components, sensors, actuators, Arduino, Scratch, MBlock and AppInventor, each group developed a distinct project around the Smart Home theme, according to their interests. Student perception has been collected through semi-structured questionnaires aiming to evaluate the workshops, and contained questions related to the students' self-assessment on learning and involvement, and their visions regarding the approaches proposed. The results indicate a strong acceptance of the activities contents and strategies, mainly expressed in the comments field - pointing an interesting way to design first contact workshops for students to the programming and robotics field, aimed to enhance their motivation towards learning and attract their interest to these fields.*

Keywords: *project based Learning; robotics; Internet of Things.*

1. Introdução

Recentemente, muitas propostas para desenvolvimento de atividades de programação e robótica voltadas a estudantes de educação básica têm sido apresentadas. Devido a seu caráter multidisciplinar e interativo, a utilização da robótica em sala de aula pode contribuir para o aumento da motivação e aprendizado dos estudantes, incentivando-os a incorporar conceitos científicos, matemáticos, de engenharia e tecnologia na resolução de problemas da vida real (Rockland et al., 2010). Na revisão de literatura conduzida por Benitti (2012), é apontado o potencial da robótica como forma de aumentar a aprendizagem de conceitos não diretamente ligados a este campo específico, contribuindo para o desenvolvimento de habilidades. Entretanto, conforme sugere a autora, a simples utilização destas ferramentas não garante resultados positivos, já que diversos fatores que podem influenciar os ganhos da aprendizagem.

Movimentos acadêmico-científicos vêm defendendo a necessidade de se considerar as dimensões de *conteúdo*, de *forma* e de *relações entre professor e estudante* para a estruturação de um novo modelo educativo (Araújo, 2004). Para isso, é importante assumir o papel ativo que os estudantes têm na construção de seu próprio aprendizado, superando a visão do professor apenas como detentor do conhecimento, com a função de transmiti-lo aos demais. Nesta perspectiva, a formação do sujeito deve ser construída por meio de metodologias de aprendizagem que coloquem os estudantes no papel de autores do conhecimento, e não reprodutores daquilo que foi previamente definido como importante de ser aprendido. Como ressalta Araújo (2004, p. 58), “dando-lhes condições para que encontrem as respostas para suas próprias perguntas”. A questão da formulação do problema, central para que o conhecimento seja construído e se desenvolva, deve, assim, assumir um papel central nas práticas pedagógicas.

O modelo de aprendizagem baseado em projetos busca organizar o conhecimento a partir do desenvolvimento de projetos pelos estudantes. De acordo com Thomas (2000), projetos são entendidos como tarefas sugeridas a partir de questões desafiadoras ou problemas, nas quais os estudantes trabalham de forma relativamente autônoma em atividades investigativas que envolvem a resolução de problemas e a tomada de decisões. De acordo com Blumenfeld (1999), esta abordagem engaja estudantes em investigações de problemas reais, apresentando impactos positivos na motivação. Segundo Araújo (2004, p. 85), a organização curricular baseada nesta estratégia pedagógica “se traduzirá em projetos que tenham um ‘ponto de partida’, mas cujo ponto de chegada é incerto, indeterminado, pois está aberto aos fatos aleatórios que perpassam o processo de desenvolvimento”. Desta forma, a ideia do aprender fazendo, a partir da colaboração e de interesses pessoais, pode auxiliar no desenvolvimento das competências do século XXI, privilegiando a autoria dos estudantes no processo de aprendizado (Bell, 2010). Numa extensa revisão da literatura realizada por Thomas (2000), são sugeridos resultados positivos de propostas baseadas em projetos no desenvolvimento das atitudes em relação ao aprendizado e na habilidade de resolução de problemas que requerem a compreensão de conceitos.

O modelo de oficina aqui apresentado buscou, por meio de uma proposta baseada em projetos, aproximar os estudantes do conceito de Internet das Coisas (IoT, do inglês *Internet of Things*), definido como uma rede interconectada de objetos capazes de coletar informações do ambiente e interagir com o mundo físico utilizando padrões da Internet para provimento de serviços para informação, transferência, análise de dados, aplicações e comunicações (Gubbi et al., 2013) - paradigma que apresenta alto potencial de impacto em diversas áreas da vida cotidiana e no comportamento de seus

potenciais usuários (Atzori et al., 2010). A partir desta ideia, os projetos integraram ferramentas e conteúdos de programação, robótica, e de desenvolvimento de aplicativos.

O presente trabalho visa apresentar o formato das oficinas realizadas, detalhando os materiais e estratégias utilizados, e avaliar a percepção dos estudantes a respeito das atividades. Busca também contribuir para a elaboração de propostas que visem apresentar um primeiro contato aos estudantes com conteúdos de programação e robótica voltadas a despertar o interesse para estes temas e incentivar o pensamento investigativo.

2. Procedimentos metodológicos

2.1. Participantes e formato das oficinas

As oficinas foram realizadas no primeiro semestre de 2015 em uma Escola Estadual localizada no município de São Paulo/SP. As atividades tiveram duração de 4 horas diárias, seguindo ao longo de 4 dias, e foram oferecidas a 32 estudantes, de 14 a 17 anos, do Ensino Médio de duas Escolas Estaduais de São Paulo. A seleção se deu por meio de sorteio em uma das escolas, e por indicação dos coordenadores na outra. Dois professores de cada escola também acompanharam as atividades.

Seis tutores - alunos de graduação, mestrado ou doutorado em Engenharia Elétrica na Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (POLI-USP) ou pesquisadores do Laboratório de Sistemas Integráveis Tecnológico (LSI-TEC) - deram suporte ao desenvolvimento dos projetos. A atuação destes direcionava-se a auxiliar no processo, sempre incentivando a busca por conteúdos na Internet. Optou-se por um número elevado de tutores por aluno, dado que, em um curto período de tempo, muitos conceitos seriam trabalhados, numa abordagem pouco instrucional.

As abordagens foram pensadas com base nos referenciais fornecidos pelas propostas de aprendizagem baseada em projetos e pelas estratégias sugeridas por Rusk e colaboradores (2007) para a introdução de conceitos e ferramentas de robótica. Os autores sugerem que, para promover uma maior participação de estudantes de interesses e estilos de aprendizagem diversos, as atividades devem considerar quatro aspectos: focar em temas, e não apenas desafios; combinar arte com engenharia; encorajar a criação de histórias a respeito das criações; e organizar exposições ao invés de competições. Embora o aspecto artístico não tenha sido explorado, os demais pontos foram levados em consideração na elaboração conceitual das oficinas. O tema gerador escolhido foi a *Casa Inteligente*, e os grupos desenvolveram projetos de acordo com seus interesses, imaginando inicialmente uma ideia geral, na maioria dos casos bastante complexa, e incorporando os elementos aprendidos ao longo dos dias a seus protótipos, refinando e adaptando continuamente suas propostas. Ao final, os projetos foram apresentados aos demais grupos.

Durante os quatro dias de oficina, os alunos trabalharam em grupos de 5 ou 6 alunos, e foram desenvolvidas as seguintes atividades, pensadas de forma a oferecer um contato inicial dos estudantes aos conceitos de programação, robótica, comunicação entre dispositivos, e Internet das Coisas por meio de problemas e projetos:

Dia 1. Internet das Coisas: conceitos e possibilidades. Exploração do Scratch. Oficina de projetos.

Dia 2. Conceitos básicos de eletrônica. Programação de Arduino com Mblock. Oficina de projetos.

Dia 3. Apresentação da ferramenta de programação para celular AppInventor e comunicação via Bluetooth para Arduino. Oficina de projetos.

Dia 4. Desenvolvimento dos projetos e apresentação dos protótipos finais.

2.2. Materiais utilizados

Nos últimos anos, os microcontroladores popularizaram-se por terem se tornado baratos e mais fáceis de usar, principalmente após o surgimento da plataforma Arduino. Assim, cada grupo de estudantes recebeu um *kit* composto por Arduino, módulo *bluetooth*, *protoboard*, fios de conexão, componentes eletrônicos básicos (como resistores, capacitores, diodos), LEDs, painéis de LCD, sensores, e motores, entre outros. Os materiais foram pensados de forma a permitir que uma grande variedade de projetos com funcionalidades distintas pudessem ser desenvolvidos. Ao final das oficinas, os materiais foram entregues aos estudantes para que pudessem dar continuidade ao aprendizado e desenvolvimento de projetos pessoais

Um dos desafios que se coloca no uso destas ferramentas por estudantes de educação básica diz respeito às dificuldades para lidar com a linguagem de programação utilizada para enviar as instruções à placa Arduino. Para facilitar esta integração, foram desenvolvidos programas como *Mblock* e *Scratch for Arduino*, com base no Scratch, criado pelo grupo *Lifelong Kindergarten Group* do *MIT Media Lab* (Resnick et al., 2009). Estes programas permitem que as instruções a serem executadas sejam inseridas através da junção de blocos construtivos intuitivos nos *softwares*.

O formato dos blocos do Scratch simplifica a mecânica de programação, eliminando erros de sintaxe, fornecendo *feedback* rápido (Maloney et al., 2008), e facilitando, assim, o desenvolvimento de conceitos básicos da lógica de programação. Ao utilizar o Scratch para a criação de projetos interativos, uma série de conceitos computacionais, comuns a diversas linguagens de programação, podem ser trabalhados (Brennan & Resnick, 2012), além de capacidades cognitivas estimuladas pela lógica de programação que se estendem para outros domínios, como estratégias de resolução de problemas (Resnick et al., 2009). Assim, dadas as características citadas, optou-se por esta ferramenta como forma de introduzir os conceitos básicos de programação aos estudantes.

O *software* Mblock, possibilita que as instruções sejam enviadas à placa Arduino e gravadas nela, sem a necessidade de comunicação permanente com o computador. O *software* Scratch for Arduino, por utilizar comunicação serial entre a placa e o computador, permite *feedback* em tempo real entre os sensores, atuadores e a interface de programação - características não presentes no Mblock - mas, uma vez que não permite a gravação do *firmware* na placa, optou-se pela utilização do Mblock.

Para a comunicação com o celular, foi utilizado um módulo *bluetooth* e o ambiente de programação AppInventor, cujas instruções também são construídas em blocos, voltado à criação de aplicativos para *smartphones* e celulares.

2.3. Instrumentos de coleta de dados

A fim de avaliar a percepção dos estudantes a respeito das oficinas, elaborou-se um questionário semiestruturado que contemplou os seguintes aspectos:

- (a) avaliação do conteúdo, materiais utilizados, tutores, espaço, tamanho dos grupos, tempo das oficinas e dificuldade de atividades;
- (b) auto-avaliação do aprendizado e envolvimento nas atividades;
- (c) potencial de continuidade do projeto, por meio da questão: “Você continuaria fazendo projetos de robótica por conta própria?”;
- (d) avaliação da satisfação com a oficina, por meio da questão: “Você indicaria a oficina para outros amigos?”.

Ao final do questionário, foi disponibilizado um espaço para que os respondentes escrevessem comentários de forma livre a respeito de suas percepções gerais.

Os itens (a), (b) e (c) foram compostos de questões de múltipla escolha com escala *Likert* de cinco graus (*excelente*, *bom*, *razoável*, *ruim* e *péssimo* para (a) e (b); e *certamente sim*, *provavelmente sim*, *em dúvida*, *provavelmente não*, *certamente não* para (c)). Para o item (d) foram estabelecidas apenas três opções: *sim*, *talvez*, e *não*. O questionário solicitava aos respondentes que escrevessem comentários para descrever a razão da escolha nos casos de itens avaliados como *ruins* ou *péssimos*. No item (d), foi solicitado a todos que explicassem o motivo da opção escolhida.

Os questionários foram aplicados após o término das atividades, no último dia da oficina, aos 30 alunos presentes.

3. Resultados

A avaliação dos aspectos conteúdo, materiais utilizados, tutores, espaço, tamanho dos grupos, tempo das oficinas e dificuldade de atividades foi positiva (com média > 3,9 para todos os itens), e pode ser observada na Figura 1. Os pontos avaliados como mais positivos referem-se ao conteúdo tratado (média 4,9), materiais utilizados (4,8), e tutores (4,7).

Por outro lado, a dificuldade e o tempo para realização das oficinas apresentaram as avaliações com menores médias (3,9 e 4,0, respectivamente), ainda que próximas ao nível *bom*. O item tempo foi o único que apresentou avaliações na categoria *ruim*. Por meio da análise dos comentários, observou-se que a escolha por esta categoria relaciona-se ao alto interesse e motivação dos estudantes durante o processo - evidenciado por frases como “*achei o tempo curto, queria que fosse mais tempo para aprender mais, queria que fosse um tempo maior*” e “*achei pouco tempo, pois gostei tanto que queria mais tempo para me aprimorar e desenvolver atividades*”.

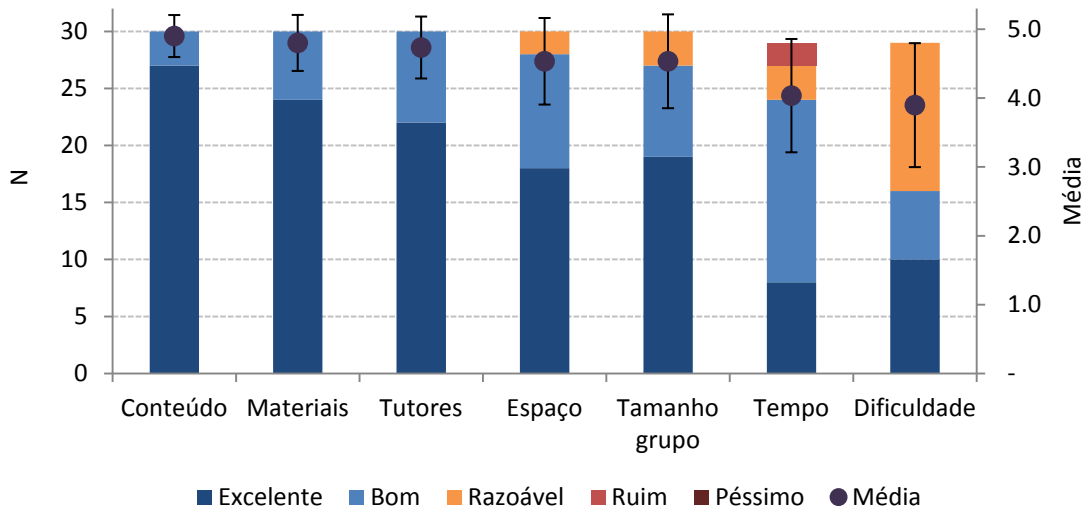
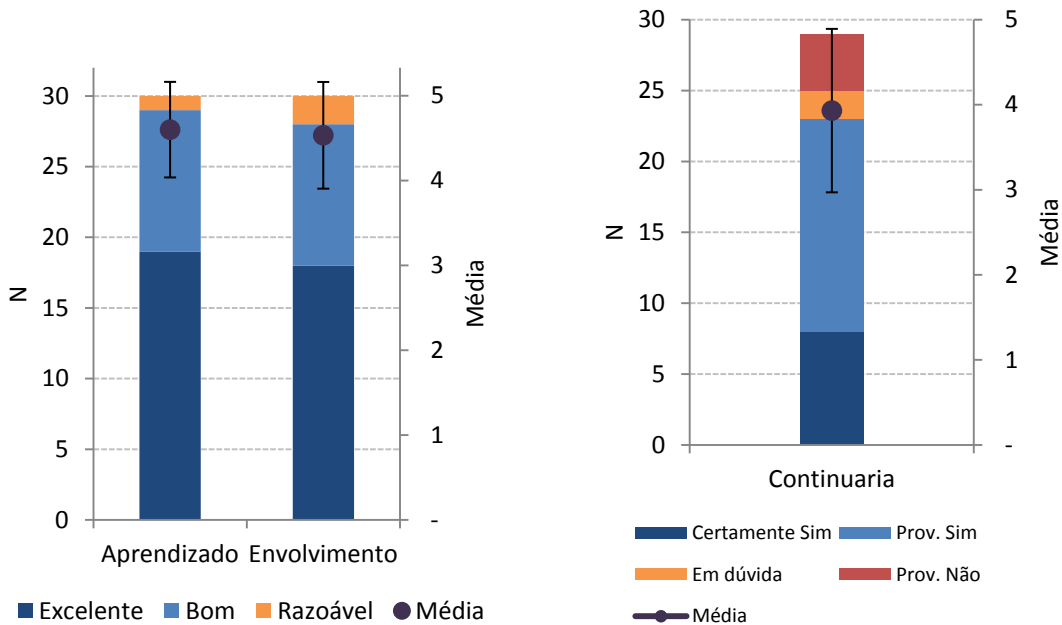


Figura 1 - Avaliação do conteúdo, materiais utilizados, tutores, espaço, tamanho dos grupos, tempo, e dificuldade das atividades

Em relação à auto-avaliação do aprendizado e envolvimento, representado na Figura 3, a média foi de 4.6 - o que representa uma valor elevado, entre o *bom* e *excelente*.



Figuras 2 e 3 - Auto-avaliação do aprendizado e envolvimento dos estudantes; e respostas dos estudantes a respeito do potencial de continuidade dos projetos

Na questão (d), 29 dos 30 estudantes responderam que indicariam a oficina para amigos. Uma única resposta foi marcada simultaneamente nas opções *sim* e *talvez*, seguida pelo comentário “*porque daí vira um merchan*” (sic) - infelizmente, uma explicação que pouco permite inferir. Nos comentários a esta pergunta foram encontrados importantes indícios a respeito da percepção positiva dos estudantes, e dos pontos que consideraram de maior valor nas atividades.

Para uma análise mais detalhada dos comentários, as respostas foram categorizadas em 5 aspectos, sendo que uma resposta poderia se enquadrar em mais de uma categoria: interesse na área, aquisição de conhecimento/aprendizado, dinâmica das atividades, realização pessoal e outros. A Tabela 1 apresenta o número de respostas por categoria, com exemplos das frases obtidas.

Tabela 1 - Classificação dos comentários dos estudantes a respeito da indicação das oficinas para colegas

Tópico	N	Exemplos
Interesse específico na área	4	"Pois para quem está interessado em seguir a carreira eletrônica ou algo do tipo essa oficina ajuda muito"; "É uma forma de interessados nesta área terem um contato mais próximo com o tipo de atividades feitas e adquirirem certa experiência"
Aquisição de conhecimento/aprendizado	16	"Foi interessante e me deu conhecimento"; "Porque foi uma atividade de grande conhecimento"; "Pois aprendi bastante e recomendo esse aprendizado"
Dinâmica das atividades	6	"Pois é bem dinâmica, e nos proporciona um aprendizado muito interessante, de maneira com que entendamos"; "Pois ela é legal e intuitiva"; "(...) interagimos tanto na prática como na teoria (...)"
Realização pessoal	16	"Porque, além de divertido, foi proveitoso (...)"; "Porque é um estudo interessante, e bastante prestativo"; "Pelo fato de ser muito legal (...)"
Outros	2	"Os jovens devem aproveitar os cursos que são abertos para nós"

4. Discussão

Durante as atividades, notou-se alta motivação da maioria dos estudantes, embora, em geral, cerca de um estudante por grupo parecesse pouco participativo. Entretanto, a baixa participação notada parece não ter resultado em baixo envolvimento e aprendizado, uma vez que nenhum estudante avaliou como *ruim* ou *péssimo* estes aspectos - refletindo, talvez, estilos de aprendizado e participação distintos.

Do ponto de vista dos projetos propostos, notou-se forte presença da imaginação e criatividade, expressos por ideias de projetos bastante complexos, ainda que distantes do que de fato foi desenvolvido no protótipo final. Os protótipos finais foram bastante diferentes entre si, como chuveiro de tempo automático definido pelo celular para economia de água, acionamento automático de cortinas e luzes de acordo com a luminosidade do ambiente, e controladores de temperatura do ambiente com ventiladores e sensores de temperatura.

Outro fato interessante diz respeito às percepções dos professores de uma das escolas que acompanharam as atividades. Uma vez que a seleção dos alunos participantes desta escola deu-se por sorteio, foi comentado que muitos dos estudantes selecionados para as atividades eram vistos como "bagunceiros", extremamente tímidos, ou pouco envolvidos nas atividades educacionais. Entretanto, após o término das oficinas, os professores comentaram que ficaram positivamente surpreendidos com as atitudes de tais alunos durante as oficinas, destacando seu envolvimento e participação - resultado concordante com os apontados pela revisão de Thomas (2000), que sugerem impactos positivos de propostas baseadas em projetos para motivar estudantes com

estilos de aprendizagem que não se adéquam bem aos modelos tradicionais de ensino-aprendizagem baseados em aulas expositivas.

Os principais aspectos presentes nos comentários dizem respeito à aquisição de conhecimentos - em frases como “aprendi bastante” - e interesse e envolvimento dos participantes (na categoria *realização pessoal*), expressos por diversas frases envolvendo os termos “divertido” e “legal”. A dinâmica das atividades também foi bem recebida pelos estudantes, com seis comentários enquadrados nesta categoria, referindo-se a pontos como “interagir na prática” e “proporcionar um aprendizado intuitivo, de forma que os estudantes entendam”. Quatro estudantes comentaram a respeito da tomada de contato com um campo que pode auxiliar na escolha da carreira. O envolvimento também faz-se notar nos comentários a respeito do curto tempo de duração das oficinas.

A partir da análise dos questionários, da observação das atividades desenvolvidas, e dos comentários dos professores, foi possível notar a importância da abordagem adotada na percepção positiva dos estudantes, exemplificada por comentários como “gostei da maneira em que tivemos autonomia para realizar nosso projeto”, “aprendi muitas coisas novas de uma maneira muito divertida” e “foi uma grande fonte de aprendizagem e descoberta sobre os assuntos da oficina e sobre nossas capacidades”.

5. Conclusão

A identificação do problema, a tomada de consciência a respeito de suas causas, e a busca de soluções de forma a incentivar a autonomia dos estudantes no processo de aprendizado, são aspectos importantes a serem levados em consideração na elaboração de propostas de atividades de programação e robótica que busquem motivar os aprendizes e favorecer o desenvolvimento do pensamento investigativo.

Assim, ressalta-se a importância de se pensar no desenho de ambientes de aprendizado que favoreçam o desenvolvimento de competências como espírito de colaboração e autonomia, e do potencial criativo dos estudantes, construindo relações com as tecnologias que motivem os estudantes e despertem o interesse pelo ambiente de aprendizado e pela busca de conhecimento. Concordando com Resnick (2013), se as tecnologias forem bem escolhidas e aplicadas, podem contribuir para o estabelecimento de uma nova forma de relação com a aprendizagem, auxiliando no rompimento do modelo tradicional de emissão e recepção de conhecimento, e engajando os estudantes em projetos pessoalmente significativos.

Um aspecto que merece destaque refere-se à importância de manter as expectativas altas em relação aos resultados alcançados pelos estudantes para que níveis elevados de motivação e engajamento sejam atingidos - fatores importantes para o desenvolvimento do potencial criativo (Amabile, 1983) e do interesse pela aprendizagem (Reyes et al., 2012), respectivamente.

Entretanto, apesar dos resultados positivos alcançados, o formato aqui apresentado, que visa o desenvolvimento de muitos conceitos novos em um curto período de tempo, indica a necessidade de um número elevado de tutores por aluno, o que apresenta-se como uma das limitações da aplicação da proposta em larga escala.

Sugere-se que, para uma compreensão mais aprofundada dos desdobramentos a longo prazo que este desenho de oficina possa ter no desenvolvimento de interesses e competências dos estudantes, sejam realizados estudos longitudinais que investiguem

como se dá a apropriação destas ferramentas pelos alunos no ambiente escolar e fora dele, considerando prazos mais longos. Uma compreensão a respeito dos pontos considerados positivos e negativos pelos estudantes em relação ao formato proposto, por meio de entrevistas, seria outro ponto relevante de estudo, auxiliando no refinamento das metodologias propostas.

Por fim, sugerimos a realização de estudos que busquem investigar o impacto das abordagens propostas no desenvolvimento da criatividade e aprendizado dos alunos, baseando-se não apenas em suas percepções, mas em outras formas de medida do potencial criativo e das competências e habilidades desenvolvidas.

Referências

AMABILE, Teresa M. The social psychology of creativity: A componential conceptualization. **Journal of personality and social psychology**, v. 45, n. 2, p. 357, 1983.

ATZORI, Luigi; IERA, Antonio; MORABITO, Giacomo. The internet of things: A survey. **Computer networks**, v. 54, n. 15, p. 2787-2805, 2010.

ARAÚJO, Ulisses Ferreira. **Temas transversais, pedagogia de projetos e mudanças na educação**. São Paulo: Summus Editorial, 2004.

BENITTI, Fabiane Barreto Vavassori. Exploring the educational potential of robotics in schools: A systematic review. **Computers & Education**, v. 58, n. 3, p. 978-988, 2012.

BRENNAN, Karen; RESNICK, Mitchel. New frameworks for studying and assessing the development of computational thinking. In: **Proceedings of the 2012 annual meeting of the American Educational Research Association, Vancouver, Canada**. 2012.

BELL, Stephanie. Project-based learning for the 21st century: Skills for the future. **The Clearing House**, v. 83, n. 2, p. 39-43, 2010.

BLUMENFELD, Phyllis C. et al. Motivating project-based learning: Sustaining the doing, supporting the learning. **Educational psychologist**, v. 26, n. 3-4, p. 369-398, 1991.

GUBBI, Jayavardhana et al. Internet of Things (IoT): A vision, architectural elements, and future directions. **Future Generation Computer Systems**, v. 29, n. 7, p. 1645-1660, 2013.

THOMAS, John W. **A review of research on project-based learning**. San Rafael, CA: Autodesk Foundation, 2000.

RESNICK, Mitchel et al. Scratch: programming for all. **Communications of the ACM**, v. 52, n. 11, p. 60-67, 2009.

RESNICK, Mitchel. Lifelong Kindergarten. **Cultures of Creativity**. LEGO Foundation, p. 50-52, 2013

REYES, Maria R. et al. Classroom emotional climate, student engagement, and academic achievement. **Journal of Educational Psychology**, v. 104, n. 3, p. 700, 2012.

ROCKLAND, Ronald., et al. Advancing the “E” in K-12 STEM education. **The Journal of Technology Studies**, v. 36, n. 1, p. 53-64, 2010

RUSK, Natalie et al. New pathways into robotics: Strategies for broadening participation. **Journal of Science Education and Technology**, v. 17, n. 1, p. 59-69, 2007