

EXPERIMENTAÇÃO REMOTA NO ENSINO DE SUPERIOR: LINGUAGENS DE PROGRAMAÇÃO NAS ENGENHARIAS MECATRÔNICA E AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL

REMOTE EXPERIMENTATION IN HIGHER EDUCATION: PROGRAMMING LANGUAGES IN MECHATRONICS AND INDUSTRIAL AUTOMATION ENGINEERING

Gabriela Rocha Roque,¹ José Pedro Simão,² Simone Meister Sommer Bilessimo,³
Juarez Bento da Silva,⁴ João Mota Neto,⁵ Cleber Lourenço Izidoro⁶

DOI: 10.5935/2236-0158.20170016

RESUMO

Este estudo aborda a inserção da experimentação remota na prática do ensino em cursos superiores de engenharia nas áreas da mecatrônica e automação industrial com objetivo de compreender as complexidades pedagógicas deste tipo metodologia. O experimento remoto, baseado na plataforma de desenvolvimento *open source* Arduino, foi aplicado em disciplinas que envolvem linguagens de programação. Através do experimento, os acadêmicos executaram a programação proposta pelo professor e responderam um questionário direcionado a avaliação de pontos pertinentes a construção do conhecimento. O estudo contempla uma discussão sobre as opiniões dos estudantes a respeito da plataforma sob um olhar pedagógico. Essa tecnologia educacional, no geral, foi vista como um recurso positivo no processo de ensino e aprendizagem para estudantes do ensino superior de engenharias, no entanto, alguns pontos apresentaram necessidade de melhorias.

Palavras chave: Experimentação remota; práticas pedagógicas; ensino superior de engenharias; plataforma Arduino.

ABSTRACT

This study approaches the insertion of remote experimentation in teaching practice in higher engineering courses in the areas of mechatronics and industrial automation in order to understand the pedagogical complexities of this type methodology. The remote experiment, based on the Arduino open source development platform, has been applied in disciplines involving programming languages. Through the experiment, the academics executed the programming proposed by the teacher and answered a questionnaire directed to the evaluation of points pertinent to the construction of knowledge. The study contemplates a discussion about the students' opinions regarding the platform under a pedagogical approach. This educational technology, in general, was seen as a positive resource in the teaching and learning process for students of higher education of engineering, however, some points showed the need for improvements.

Keywords: remote experimentation; pedagogical practices; higher education of engineering; Arduino.

1 Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC, Araranguá – SC – Brasil; gabrielarocharoque1@gmail.com

2 Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC, Araranguá – SC – Brasil; josepedrosimao@gmail.com

3 Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC, Araranguá – SC – Brasil; simone.bilessimo@gmail.com

4 Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC, Araranguá – SC – Brasil; juarezbs.silva@gmail.com

5 Departamento de Automação e Mecatrônica – Faculdade SATC, Criciúma – SC – Brasil; joao.neto@satc.edu.br

6 Departamento de Automação e Mecatrônica – Faculdade SATC, Criciúma – SC – Brasil; cleber.izidoro@satc.edu.br

INTRODUÇÃO

As pessoas vivem um momento em que as tecnologias fazem parte do cotidiano, e são consideradas extensões do ser humano, como o caso das tecnologias vestíveis, ou mesmo, a conectividade em redes sociais virtuais (CASA-LEGNO, 2016). As tecnologias da informação e comunicação (TICs) estão cada vez mais presentes na educação, ações pedagógicas baseadas na era digital são necessárias nos processos de ensino e aprendizagem, como também, em cursos superiores de graduação, nas mais diversas áreas do saber.

No ensino superior de engenharias, as TICs podem beneficiar alunos e professores com a proposição de diversas ferramentas e recursos tecnológicos voltados a facilitação do aprendizado. Como o caso da experimentação remota que permite testes e atividades práticas realizados em laboratórios remotos, sem a necessidade de instalação e manutenção de diversos laboratórios físicos para cada escola que deseja realizar uma experiência. Com a utilização de laboratórios os estudantes podem realizar testes e aplicações de conhecimentos teóricos em simulações reais, nas mais diversas áreas do conhecimento (Auer *et al*, 2003). Laboratórios online são importantes na abordagem de conteúdos práticos e métodos de ensino experienciais e processos educacionais de ensino e aprendizagem em metodologias de projetos (Vera; Zõñiga, 2013).

A Engenharia é uma profissão em exercício, aplicada a transformação de três recursos fundamentais disponíveis para a criação de tecnologia: energia, materiais e informação. Com base nisso, o ensino da engenharia deve preparar os alunos a lidar com as forças, os materiais e a natureza (Feisel; Rosa, 2005). No entanto, muitos são os fatos que levam estudantes dos primeiros anos da graduação ao desânimo, abandono, e até mesmo a desistência do curso superior. Pesquisas apontam: (1) aulas muito teóricas; (2) quantidade alta de exercícios e atividades; (3) abstração nos primeiros anos; (4) desmotivação; (5) grau elevado de exigência, fazem com que metade dos estudantes não conclua o curso (Rodriguez, 2011).

Por meio desta constatação, torna-se necessário novas abordagens em métodos de ensino capazes de motivar os estudantes. Aliada ao incentivo a permanência dos acadêmicos na faculdade, a experimentação remota é um recurso tecnológico e pedagógico, e possibilita que instituições de ensino superior, em particular, de engenharias, apliquem metodologias de aprendizagem ativas, com resultado na autonomia dos alunos sobre seus progressos e conhecimentos adquiridos, apoiadas no conceito “aprender a aprender” (Cunha, 2015). E mais, a experimentação remota destaca-se como uma alternativa interessante para a limitada disponibilidade de laboratórios de universidades no Brasil, uma vez que pode ser acessado a qualquer momento e está conectado à rede mundial de computadores disponíveis 24 horas por dia, 7 dias por semana. Devido à sua disponibilidade de acesso, torna-se fácil para o usuário interagir com a atividade prática virtual proposta. Geralmente consiste de um conjunto de tecnologias de *software* e *hardware* que pode assumir configurações diversas, conforme escolha de recursos tecnológicos empregados na sua implementação (Schaf; Perreira; Henriques, 2008) (Marcelino, 2010).

Diante do contexto apresentado, o Laboratório de Experimentação Remota (RExLab), que atua desde 1997 na Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), atualmente localizado no campus Araranguá, firmou parceria com a Faculdade SATC (Associação Beneficente da Indústria Carbonífera de Santa Catarina), localizada em Criciúma, para o desenvolvimento e aplicação de experimentos remotos em aulas de disciplinas voltadas a linguagens de programação, em cursos vinculados ao ensino superior de Engenharia Mecatrônica e Automação Industrial. Onde, o REXLab foi o responsável pelo desenvolvimento do experimento remoto e fornecimento do material didático, e a Faculdade SATC, encarregou-se com a aplicação do recurso e levantamentos dos dados. A parceria formada entre estas duas instituições de ensino superior, a UFSC e Faculdade SATC, é uma iniciativa de um programa de cooperação interinstitucional, que visa melhorias nas práticas

do ensino de engenharias, por meio do compartilhamento de conhecimentos.

Por meio do contexto apresentado, elaborou-se a questão de pesquisa: como compreender as complexidades da inserção de experimentos remotos em cursos superiores de engenharia? Para responder esta questão, definiu-se como objetivo, compreender as complexidades pedagógicas inerentes a aplicação do experimento remoto block.ino e seu material didático em disciplinas associadas a linguagens de programação em cursos de Engenharia Mecatrônica e Automação Industrial.

Para o alcance do objetivo, o artigo apresentará nas próximas seções, uma descrição sobre as variáveis de pesquisa, descrição dos procedimentos metodológicos, apresentação e discussão dos resultados, e por fim, as considerações finais.

EXPERIMENTAÇÃO NO ENSINO DE ENGENHARIA

Os avanços tecnológicos nos últimos tempos modificaram o comportamento dos alunos em relação às formas de aprendizagem, assim práticas de ensino tiveram que ser reformulados, onde, sistemas atuais e tradicionais de educação enfrentam diferentes desafios (KINSHUK *et al*, 2016).

O ensino de engenharia faz parte desse contexto, com a frequente aplicação da tecnologia como recurso de apoio pedagógico. A formação do perfil profissional do engenheiro deve superar as expectativas das habilidades técnicas, de forma a ser capacitado para tratar aspectos sociais, ambientais e tecnológicos, por meio do pensamento crítico e interdisciplinar (LOUREIRO; PEREIRA; PACHECO, 2014).

Para atender tais fatores, instituições de ensino superior (IES) de engenharias visam aliar aulas teóricas com aulas práticas, com a inserção do estudante a sua realidade profissional, por meio da contextualização. Desta forma, a contextualização é essencial para uma educação de boa qualidade, visto pelo fato que é impossível aprender assuntos e conteúdos de forma isolada, pois todo o conhecimento está incorporado em um contexto, e para ser enten-

dido é necessária uma visão interdisciplinar (RONCARELLI, 2012).

Nos cursos de engenharias, uma tarefa fundamental para fortalecer o processo de ensino-aprendizagem é a aplicação da experimentação (*hands-on*), isto é, atividades práticas (GILLET *et al*, 2005). Experimentação e validação de resultados são particularidades do ensino e da pesquisa em engenharias. Experiências em laboratórios é um dos métodos para tornar aulas práticas possíveis, porém é necessária a implementação de laboratórios físicos nas escolas, o que gera alguns pontos negativos, tais como: (1) aumento do custo; (2) limitação de espaço; (3) surgimento de acidentes; (4) espaço de tempo de utilização; e (5) manutenção. Uma excelente alternativa para os estudantes praticarem a experimentação, são os laboratórios remotos, já que facilitam para que os alunos tenham acesso a experimentos sem impedimentos de tempo e localização, e ainda, promovem segurança pessoal e dos equipamentos (SANTANA *et al*, 2013).

ARQUITETURA DO PROTÓTIPO

O experimento utilizado é composto por um Arduino conectado na porta USB de um Raspberry Pi 2B, um *single-board computer* de baixo custo. Em uma matriz de contatos, está disponível um conjunto de sensores e atuadores que podem ser manipulados remotamente pelos usuários: servo motor, potenciômetro, LED, sensor de temperatura e umidade DHT11, visor LCD 16x2, sensor de temperatura LM35, sensor ultrassônico HC-SR04 e sensor Hall.

O Raspberry Pi atua como servidor *web*, sendo responsável por compilar o código desenvolvido pelo usuário e enviá-lo para o ser executado no Arduino. Além disso, ele também é responsável pelo escalonamento de usuários através de uma fila, e por enviar imagens do experimento por streaming de vídeo capturado por uma *webcam*. Na Figura 1 pode ser observado o diagrama de arquitetura do protótipo.

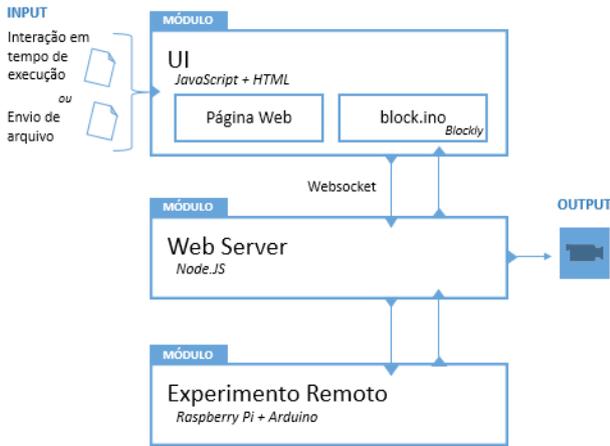


Figura 1 – Arquitetura do protótipo.

O experimento pode ser acessado através de duas interfaces: uma página web semelhante à IDE do Arduino, e um aplicativo baseado em linguagem de blocos. O Ambiente de Desenvolvimento para Arduino (Figura 2) está disponível no sistema de gerenciamento de experimentos remotos RELLE,⁷ e permite que os usuários façam *upload* de códigos desenvolvidos em uma página WEB para o experimento.

O usuário pode utilizar um diagrama para verificar as posições dos componentes e portas no circuito. Além disso, exemplos de programas utilizando os diferentes componentes estão disponíveis para execução. Há ainda a possibilidade de fazer *upload* de um arquivo .ino contendo o código, ou fazer o *download* do código desenvolvido.



Figura 2 – Ambiente de Desenvolvimento para Arduino.

Uma vez que o código enviado pelo usuário é compilado, o retorno é exibido na tela, e o usuário pode então fazer *upload* do programa

para o Arduino. A execução do programa pelo experimento é então exibida pelo usuário no *streaming* de vídeo. O usuário pode ainda utilizar o terminal de comunicação serial a fim de controlar dispositivos conectados ao Arduino em tempo de execução. O processo de execução do experimento pode ser observado na figura 3.

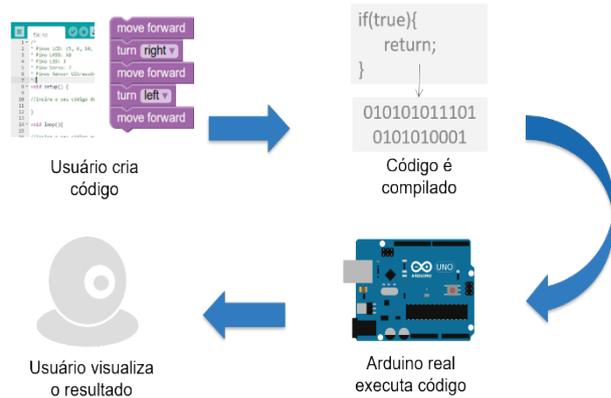


Figura 3 – Seqüência de execução do experimento.

A segunda interface para acesso (Figura 4), o aplicativo chamado block.ino, permite que o usuário arraste blocos contendo os comandos a serem executados pelo experimento. O usuário pode visualizar o código correspondente aos blocos que está utilizando simultaneamente ao mesmo tempo que desenvolve o programa.

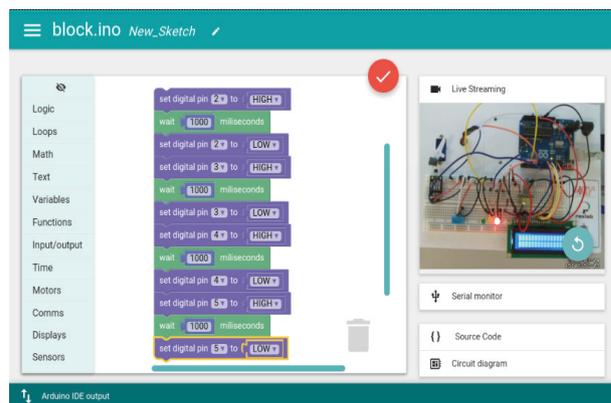


Figura 4 – Interface do aplicativo.

Da mesma forma que na interface WEB, o usuário envia o código para compilação, recebe o retorno, e pode então fazer *upload* para o Arduino. A cada alteração feita nos blocos, uma nova compilação do programa elaborado e *upload* do arquivo são necessários.

7 Disponível em <http://relle.ufsc.br>

PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

O experimento remoto Ambiente de Desenvolvimento para Arduino foi aplicado em disciplinas que envolvem as áreas da computação, especificamente, em linguagem de programação, nas fases iniciais dos cursos superiores de Engenharia Mecatrônica e Automação Industrial.

Os alunos puderem ter experiência com lógica de programação de forma remota, para obter a resolução de um problema proposto pelo professor. Com facilidades de escolher o melhor horário, acessar e usar o ambiente virtual, tantas vezes quanto foi necessário, para a realização da atividade proposta. Onde, foi apresentado aos acadêmicos o desenvolvimento de um *sketch* (programa) por meio da plataforma Arduino, de forma a conhecerem essa tecnologia.

Um código simplificado foi solicitado para a criação do *sketch* responsável pelo controle do LED do experimento, que deveria piscar de modo intermitente em um tempo de um segundo.

Após, o programa foi executado de forma remota, possibilitando ao acadêmico verificar o funcionamento do experimento, com conferência do *upload* do arquivo e simulação.

O próximo passo foi carregar um exemplo com a utilização de *display* LCD, juntamente com um servo motor, onde o acadêmico analisou o programa e verificou seu funcionamento no experimento remoto (Fig 5).

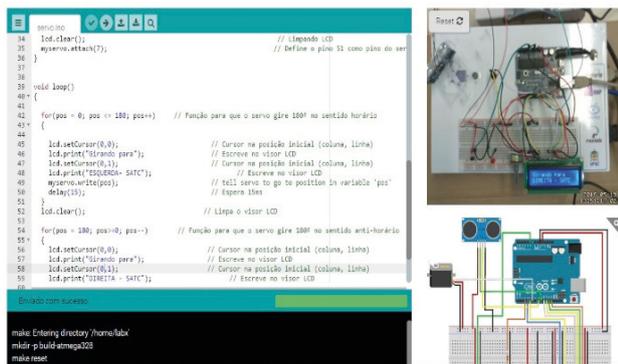


Figura 5 – Teste remoto do controle servo motor, com display LCD.

Portanto, para o alcance do objetivo proposto, logo após a prática, os acadêmicos fo-

ram submetidos a um questionário com dez perguntas fechadas pertinentes ao assunto. Para cada questão, tiveram cinco opções de resposta:

- CP – Concordo plenamente.
- C – Concordo.
- N – Nem concordo ou discordo
- D – Discordo.
- DP – Discordo plenamente.

Todos os 27 alunos que compõem as turmas foram convidados a experimentação remota. Porém, a tarefa não foi considerada como obrigatória, pelo fato de ser uma proposta totalmente nova para professores e alunos dessa instituição de ensino superior. Desta forma, a atividade foi imposta a classe como um conteúdo complementar, para a fixação de conhecimentos obtidos em aulas expositivas e laboratoriais. Vale a pena destacar que a não obrigatoriedade da atividade resultou em uma amostra final desse estudo de 18 acadêmicos efetivamente participantes.

As questões aplicadas no instrumento de pesquisa deste estudo, tiveram como base a tese, *“the impact of remote and virtual access to hardware upon the learning outcomes of undergraduate engineering laboratory classes”*, o impacto de acesso remoto e virtual de *hardware* mediante os resultados de aprendizagem das classes graduação laboratório de engenharia”, devido a relação direta dos objetivos de pesquisa (Lindsay, 2005).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A pesquisa realizada permite afirmar que a maioria dos alunos se sentiu satisfeita com a utilização do ambiente para desenvolvimento em Arduino, por meio do experimento remoto. A primeira questão abordou a facilidade de utilização do ambiente, onde todos alunos julgaram de modo positivo, como mostra a Figura 6.

Dentre as respostas, obteve-se 8 respostas concordo plenamente, 9 apenas concordo e 1 resposta com nem concordo ou discordo.

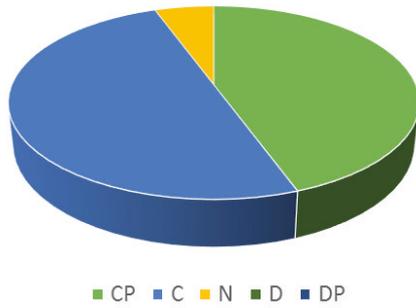


Figura 6 – Primeira questão: o sistema foi fácil de usar?

A Figura 7 mostra as próximas questões, que foram referentes ao progresso no aprendizado, particularmente sobre: (I) as facilidades promovidas pelo sistema para a retenção de conhecimentos técnicos; (II) a distração que a tecnologia pode provocar e a perda de foco no conteúdo abordado, e, (III) quanto a plataforma ser uma ferramenta capaz de incentivar os futuros engenheiros no desenvolvimento do pensamento avançado e crítico sobre um determinado problema.

Questão	CP	C	N	D	DP
2 - O sistema facilitou meu aprendizado:	28%	56%	17%	0%	0%
3 - Eu achei o sistema confuso e não consegui concentrar-me no meu aprendizado:	6%	11%	11%	61%	11%
4 - O sistema de incentivou um pensamento avançado sobre o problema:	22%	28%	11%	39%	0%

Figura 7 – Questões referentes ao aprendizado.

A maior parcela dos acadêmicos assimilou este experimento remoto como um aliado para a ampliação dos conhecimentos, onde, 56% deles concordam que o sistema facilitou para o seu aprendizado.

Nesta aplicação notoriamente os alunos tiveram dois desafios: (I) saber utilizar a plataforma com o ambiente virtual de acesso ao experimento remoto, e, (II) solucionar o problema solicitado pelo docente, com aplicação de conteúdos teóricos na prática. A utilização desse tipo de tecnologia não dificultou a concentração no próprio aprendizado, como observado na questão 3, na qual 61% discordam que o sistema seja confuso e comprometa o processo de aprendizagem.

A respeito de que o sistema incentiva o pensamento avançado, as respostas obtiveram equilíbrio entre a turma participante, visto que, 22% concordam plenamente, 28% apenas concordam, 11% preferiram não opinar, e, 39% discordam. Este retorno evidencia sob a perspectiva do acadêmico, uma limitação da plataforma para problemas de alta complexidade, visto que, quanto maior a complexidade do problema, também foi constatado um avanço no pensamento crítico dos futuros engenheiros.

As questões 5, 6 e 7, conforme Figura 8, proporcionaram análise sob a postura dos acadêmicos em relação a plataforma, uma vez que, eles puderam acessar tantas vezes quanto foi necessário e fazer diversos testes até chegar ao objetivo proposto na atividade. Essa possibilidade de vários acessos, muitas vezes, induz o estudante ao não estudo de conceitos teóricos, e, ao não planejamento para a realização de atividades práticas.

Questão	CP	C	N	D	DP
5 - O sistema permitiu-me concentrar em conceitos e não apenas nas etapas de execução:	28%	22%	50%	0%	0%
6 - O sistema incentiva uma abordagem superficial para resolver os problemas:	17%	61%	0%	0%	22%
7 - Eu usei tentativa e erro para a resolução da questão proposta pelo professor:	11%	56%	0%	33%	0%

Figura 8 – Questões referentes ao comportamento do acadêmico.

A questão 5 indica que 50% dos alunos não souberam responder o fato de a plataforma ser capaz de desviar a investigação de conceitos teóricos para a resolução de problemas práticos. A questão 6 mostra que os acadêmicos foram levados a uma abordagem superficial do problema, ou seja, foi reduzido o comportamento de investigação científica, pois 61% dos envolvidos afirmaram que o sistema incentiva uma abordagem superficial para resolver os problemas. Já a questão 7, corrobora a valorização de aspectos técnicos dos alunos ao utilizar a plataforma.

A Figura 9 mostra a questão 8, que foi tratado o seguinte assunto: “Eu me senti confortá-

vel em utilizar o sistema”. Onde, a maior parcela dos acadêmicos respondeu que concordam plenamente ou apenas concordam, esse retorno indica que os estudantes se sentiram tranquilos e com segurança da atividade prática de ser algo realizável.

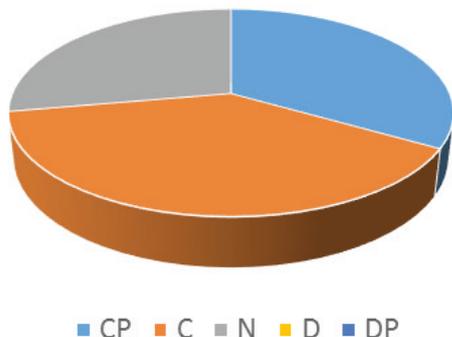


Figura 9 – Questão 8 – Eu me senti confortável em utilizar o sistema.

A questão 9 refere-se à flexibilidade da plataforma como um todo para o desenvolvimento da programação do trabalho solicitado, tais como: (I) ter uma diversidade de ferramentas de programação, (II) período de tempo disponibilizado ser suficiente, (III) haver possibilidades de validação do programa e testes de funcionamento. Desta forma, 50% dos acadêmicos acreditam que a plataforma é flexível, a outra metade nem concorda ou discorda sobre esse quesito, conforme mostra a Figura 10. O trabalho solicitado foi uma programação de código simplificado, à medida que não foi necessário um aprofundamento dos recursos da plataforma, 50% dos alunos preferiram opinar na opção nem concordo ou discordo.

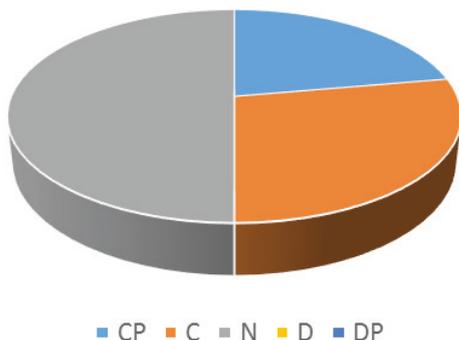


Figura 10 – Questão 9 – Houve flexibilidade para a realização da programação do trabalho solicitado.

A última questão do instrumento de coleta permitiu a verificação da satisfação dos acadêmicos ao usar a plataforma.

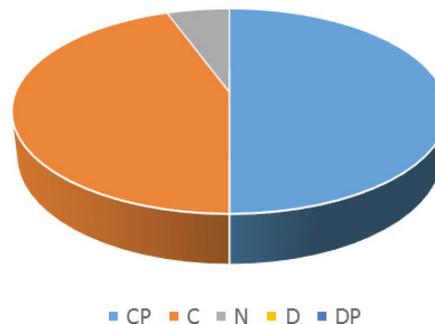


Figura 11 – Questão 10 – No geral, fiquei satisfeito em utilizar o experimento remoto.

O resultado da aplicação da experimentação remota no ensino superior de engenharias em Mecatrônica e Automação Industrial foi avaliado de modo positivo, uma vez que fica evidente que a maioria dos alunos responderam concordo plenamente ou concordo ao sentirem-se satisfeitos em utilizar a ferramenta como um recurso para auxiliar na sua aprendizagem, como pode ser observado na Figura 11.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Por meio deste estudo empírico, pelo qual buscou-se a compreensão dos efeitos da aplicação de uma tecnologia educacional baseada em experimentação remota em cursos superiores de engenharia, é possível considerar em uma visão macro, como benéficos os resultados na construção do conhecimento dos estudantes.

Portanto, a prática de problemas propostos em sala de aula com a utilização dos experimentos remotos viabiliza os estudos dos acadêmicos em momentos extraclasse, uma forma valiosa de retenção do conhecimento para todos que possuem interesse em ampliá-los. O fato do protótipo ser julgado como de fácil utilização, dissemina possibilidades de desenvolvimento de projetos a todos os acadêmicos, mesmo aqueles que não dispõem de recursos financeiros para obter sua própria plataforma de desenvolvimento.

O processo de ensino-aprendizagem baseado na construção de projetos, promove a

participação ativa dos estudantes na aprendizagem, característica fundamental para profissionais das áreas de engenharia. A autonomia nos estudos prepara os acadêmicos para o mercado de trabalho, pois, incentiva a responsabilidade, a criatividade, e, a capacidade de investigação científica. A plataforma utilizada na aplicação promove ações pedagógicas baseadas no exercício de atividades práticas. Os dados apresentados no tópico anterior, fortalecem tal afirmação, pois os participantes concordaram que essa prática contribuiu para evolução no aprendizado.

Vale a pena ressaltar a importância do estímulo do pensamento avançado e da base em conceitos teóricos na resolução de problemas práticos. Onde, nessa aplicação, foi possível perceber que esse quesito não ocorreu com eficiência, considera-se o fato de que os acadêmicos não tiveram uma limitação do número de acessos, ou seja, de tentativas para a resolução do problema. Muitos acabaram por usar ações de tentativa e erro, algo negativo, quando comparado com problemas do cotidiano industrial, o engenheiro não pode tomar decisões na tentativa de acertar, o mercado de trabalho não admite tal ciclo.

A realização desse estudo mostrou a satisfação dos acadêmicos ao utilizar a plataforma para o desenvolvimento em Arduino. As exigências envolvidas a cerca de tecnologias aplicadas na educação, tais como, conforto e flexibilidade, foram respondidas de modo positivo. Por tanto, acredita-se que esses estudantes voltarão a utilizar a plataforma e, também, disseminarão a sua existência, fato vantajoso para o acesso à educação a um número maior de pessoas.

O atual estudo envolveu uma iniciativa do uso de tecnologia educacional em cursos de engenharias, com pretensão de expandir a experimentação remota em diversas disciplinas. Onde, essa primeira aplicação foi sugerida aos acadêmicos como uma alternativa de estudo extraclasse, portanto, a não obrigatoriedade da tarefa ocorreu pelo fato de ser uma iniciativa de adequação de métodos de ensino-aprendizagem tradicionais a novas tecnologias educacionais.

Diante do exposto, pode-se afirmar o alcance ao objetivo proposto, compreender as complexidades da inserção de experimentos remotos em cursos superiores de engenharia. Portanto, este estudo tratou a tecnologia sob uma perspectiva pedagógica em cursos superiores de engenharia, onde os próprios acadêmicos responderam um questionário para avaliação do protótipo.

A inserção de experimentos remotos em diversas disciplinas de cursos superiores de engenharia deve ser objeto de estudos de pesquisas futuras. Essa prática foi identificada como uma possível lacuna de pesquisa sobre o tema, visto que, apresentou resultados satisfatórios como um todo.

REFERÊNCIAS

- AUER, M. et al. Distributed virtual and remote labs in engineering. **Ieee International Conference On Industrial Technology, 2003**, [s.l.], v. 2, n. 1, p.1208-1233, dez. 2003. Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE). <http://dx.doi.org/10.1109/icit.2003.1290837>.
- CASALEGNO, Federico. Designing Connections. 2014. Disponível em: <<https://www.bbvaopenmind.com/en/article/designing-connections/?fullscreen=true>>. Acesso em: 07 jun. 2016.
- CUNHA, F. M. Ensino de Engenharia: Abordagem pela Complexidade. **Revista de Ensino de Engenharia**. Ree, [s.l.], v. 34, n. 1, p.3-16, 30 jun. 2015.
- FEISEL, L. D.; ROSA, A. J. The role of the laboratory in undergraduate engineering education. **J. Eng. Education**, p.121-130, 2005.
- GILLET, D.; NGUYENNGOC, A.v.n.; REKIK, Y. Collaborative Web-Based Experimentation in Flexible Engineering Education. **Ieee Transactions On Education**, [s.l.], v. 48, n. 4, p.696-704, nov. 2005. Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE). <http://dx.doi.org/10.1109/te.2005.852592>.
- KINSHUK et al. Evolution Is not enough: Revolutionizing Current Learning Environments to Smart Learning Environments. **International Journal Of Artificial Intelligence In Education**, [s.l.], v. 26, n. 2, p.561-581, 17 fev. 2016. Springer Nature. <http://dx.doi.org/10.1007/s40593-016-0108-x>.

LINDSAY, E. D. The Impact of Remote and Virtual Access to Hardware upon the Learning Outcomes of Undergraduate Engineering Laboratory Classes. 2005. 326 f. Tese (Doutorado) - Curso de Department Of Mechanical & Manufacturing Engineering, The University Of Melbourne, Melbourne, 2005. Disponível em: <<http://members.iinet.net.au/~elindsay/thesis/Euan Lindsay PhD Thesis.pdf>>. Acesso em: 28 abr. 2016.

LOUREIRO, Solange Maria; PEREIRA, Vera Lúcia Duarte do Valle; PACHECO, Waldemar. New profile training for engineers through incorporation of competences for sustainable development in engineering education. **Interciencia Association**. S.l., p. 821-828. 1 nov. 2014.

MARCELINO, R. **Ambiente Virtual de Aprendizagem integrado ao Mundo Virtual 3D e a Experimento Remoto Aplicados ao Tema Resistência dos Materiais**. 2010. 125f. Tese- Departamento de Engenharia de Minas e Metalúrgica, Ufrgs, Porto Alegre, 2010.

RODRIGUEZ, A. Fatores de Permanência e Evasão de Estudantes do Ensino Superior Privado Brasi-

leiro – Um Estudo de Caso. **Caderno de Administração**, São Paulo, v. 5, n. 1, 2011.

RONCARELLI, Dóris. **ÁGORA: concepção e organização de uma taxionomia para análise e avaliação de Objetos Digitais de Ensino-Aprendizagem**. Tese de doutorado. Florianópolis, 2012.

SANTANA, I. et al. Remote Laboratories for Education and Research Purposes in Automatic Control Systems. **Ieee Transactions On Industrial Informatics**, [s.l.], v. 9, n. 1, p.547-556, fev. 2013. Institute of Electrical & Electronics Engineers (IEEE). <http://dx.doi.org/10.1109/tii.2011.2182518>.

SCHAF, F. M.; PERREIRA, C. E.; HENRIQUES, R. B. V. Blended Learning using GCAR-EAD Environment: Experiences and Application Results. In: 17th IFAC World Congress, 2008, Seoul. Proceedings of the 17th IFAC World Congress, 2008. p. 12637-12642.

VERA, A.; ZDÑIGA, N.; BERNAL, Á. Herramienta en línea para la programación y depuración remota de funciones lógicas digitales. **Ingeniería y Competitividad**, [s. L.], v. 15, n. 1, p.79-91, maio 2013.

DADOS DOS AUTORES



Gabriela Rocha Roque – Possui graduação em Automação Industrial pela Faculdade SATC (2007). Especialista em Engenharia de Produção (Faculdade SATC) e Psicopedagogia (FURB). Mestranda do curso de Tecnologia da Informação e Comunicação, na linha de pesquisa de gestão e inovação, com ênfase em tecnologias educacionais. Com experiência em docência na área de Projetos Mecânicos, com aplicação de *softwares* de modelagem digital e desenhos técnicos mecânico e eletroeletrônicos.



José Pedro Schardosim Simão - Auxiliar de Pesquisa e Educação na Télé-Université, Université du Québec (TÉLUQ, Canada) e estudante de mestrado no Programa de Pós-Graduação em Tecnologias da Informação e Comunicação da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). Possui graduação em Tecnologias da Informação e Comunicação também pela UFSC (2015), com período sanduíche na University of Windsor através do programa Ciência sem Fronteiras, com bolsa da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES).



Simone Meister Sommer Bilessimo - Graduação em Engenharia de Produção Mecânica pela Universidade Federal de Santa Catarina (1997), mestrado (1999) e doutorado (2007) em Engenharia de Produção pela Universidade Federal de Santa Catarina. Atualmente é professora com dedicação exclusiva da Universidade Federal de Santa Catarina - Campus Araranguá. Tem atuado principalmente nos seguintes temas: gestão da educação superior; empreendedorismo, inovações nas organizações, bem como o uso das Tecnologias da Informação e Comunicação na educação e em negócios digitais.



Juarez Bento da Silva - Possui graduação em Administração de Empresas pela Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (1991), mestrado em Ciências da Computação pela Universidade Federal de Santa Catarina (2002) e doutorado em Engenharia e Gestão do Conhecimento pela Universidade Federal de Santa Catarina (2007). Atualmente é professor adjunto da Universidade Federal de Santa Catarina onde atua como docente nos cursos de graduação em Engenharia de Computação e Tecnologias da Informação e Comunicação e também no Programa de Pós-Graduação em TIC. Tem experiência nas áreas de Computação e TIC, com ênfase em *Hardware*, atuando principalmente nos seguintes temas: experimentação remota, *e-learning*, *mre-learning*, *m-learning*, mundos virtuais 3D, ambientes virtuais de ensino-aprendizagem, *embedded servers* e integração de tecnologias em disciplinas da Educação Básica na rede pública de ensino. Está vinculado aos grupos de pesquisas: Laboratório de Experimentação Remota (RExLab) e Grupo de Pesquisa Tecnologia, Gestão e Inovação.



João Mota Neto - Possui graduação em Tecnologia em Automação Industrial pela Universidade do Extremo Sul Catarinense e mestrado em engenharia mecânica pela UFRGS. Atualmente professor tempo integral dos cursos de graduação de engenharia elétrica e tecnologia em automação industrial na Faculdade SATC Desenvolvendo atividades de pesquisa nas áreas de eficiência energética, instrumentação, eletrônica e automação. Vinculadas aos segmentos industriais de carvão mineral, revestimentos cerâmicos e metal mecânica. Possui experiência na área de engenharia elétrica, atuando na elaboração e execução de projetos industriais com ênfase em automação.



Cleber Lourenço Izidoro - Possui graduação em Tecnologia em Automação Industrial pela Universidade do Extremo Sul Catarinense, Pós-Graduação em Automação Industrial pelo SENAI/CTAI e Pós-Graduação em Psicopedagogia pelo ICPG/ESUCRI. Mestre em Engenharia pelo Programa de Pós-Graduação em Minas, Metalurgia e Materiais pela UFRGS. Atualmente é professor Faculdade SATC em Criciúma-SC. Atua como professor e pesquisador em áreas como Eletrônica, Robótica, Sistemas Embarcados, Programação Visual e Instrumentação.