

## Uma Análise de Custo-Benefício entre Experimento Remoto e Laboratório Presencial na Programação de Robôs

Leonardo Daros Santos<sup>1</sup>

Julia Elias Sala<sup>1</sup>

Katiane Medeiros da Rosa<sup>1</sup>

Rafael Saturno<sup>1</sup>

Iuri Sônego Cardoso<sup>1</sup>

Adilson Jair Cardoso<sup>1</sup>

### RESUMO

O estudo e o entusiasmo pela robótica têm crescido nos últimos anos. Entretanto, estudantes e entusiastas possuem restrições de acesso às tecnologias de montagem e programação de robôs devido aos custos de compra de equipamentos desta área serem considerados inacessíveis. Instituições de ensino públicas e privadas podem até promover aulas e oficinas de robótica, porém a disponibilidade destas tecnologias fica restrita a estas ocasiões e instituições. Com a finalidade de solucionar este problema, o presente artigo apresenta uma análise comparativa de custo-benefício entre laboratórios presenciais e laboratórios de experimentação remota, destinados à prática da programação de robôs. Para esta análise, iniciou-se a implementação do experimento remoto *RobôRex* que tem por objetivo permitir o experimentador programar um robô para cumprir tarefas como: seguir uma linha e desviar de obstáculos. Conclui-se que a abordagem de experimentação remota proposta tem menor custo financeiro para a instituição de ensino e provê maiores benefícios aos alunos e entusiastas, quando comparada com um laboratório presencial que tem objetivo similar.

**Palavras-chave:** Robótica, Experimentação Remota, Programação, Educação.

### 1. Introdução

O estudo e o entusiasmo pela robótica têm crescido nos últimos anos. No Brasil, a primeira competição de robótica foi realizada em 2003, originando a Competição Brasileira de Robótica (CBR), evento realizado anualmente que reúne alunos de diversas instituições em diferentes modalidades de desafios. Posteriormente, em 2004, é realizada a primeira competição oficial da *RoboCup* no Brasil; em 2007, ocorre a primeira Olimpíada Brasileira de Robótica (OBR) (ROBOCUP BRASIL, 2012).

Apesar do crescente entusiasmo, estudantes e entusiastas possuem restrições de acesso às tecnologias de montagem e programação de robôs devido aos custos de compra de equipamentos desta área serem considerados inacessíveis. Instituições de ensino públicas e privadas podem até promover aulas e oficinas de robótica, porém a disponibilidade destas

---

<sup>1</sup> GRA – Grupo de Automação Aplicada. Instituto Federal de Santa Catarina (IFSC) – Criciúma, SC. Revista Tecnologias na Educação – Ano 9 – Número/Vol.21 – Edição Temática V – Simpósio Ibero-Americano de Tecnologias Educacionais (SITED 2017). [tecnologiasnaeducacao.pro/tecedu.pro.br](http://tecnologiasnaeducacao.pro/tecedu.pro.br)

tecnologias é restrita a estas ocasiões e instituições, que por se tratarem de materiais caros e sensíveis, devem ter acompanhamento de professores ou instrutores responsáveis.

Por outro lado, TICs facilitam o acesso às ferramentas de ensino, simuladores, jogos educacionais e experimentos remotos, dentre outros. Segundo dados do Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações, sabe-se que em outubro de 2015, cerca de 57,5% dos domicílios contavam com acesso à Internet; que nas escolas que ofertam ensino médio, 82,7% disponibilizam laboratório de informática e que 94,5% possuem acesso à internet (INEP, 2016).

Isto significa que a rede mundial de computadores tem potencial para ser utilizada como uma importante ferramenta de auxílio no ensino, desde que ela disponibilize ferramentas que possam ser utilizadas pelos educandos dentro e fora da sala de aula, por meio de computadores e/ou dispositivos móveis, de forma irrestrita.

De acordo com Silva *et al* (2013), o uso expressivo dos dispositivos móveis tem alterado significativamente o estilo de vida dos indivíduos mais jovens da sociedade, fazendo com que estes sintam a necessidade de estarem constantemente em contato com estas tecnologias, conectados à Internet e/ou com outros indivíduos.

Porém, segundo Jara, Claro e Martinic (2012), em um estudo realizado, encontrou-se apenas 21 iniciativas de apoio à docência com o uso de *aprendizagem móvel* em todo o território da América Latina; constatando a inexistência de projetos de incidência relevante no Brasil. Na falta de condições para uso das novas tecnologias, as aulas acabam por serem realizadas no método tradicional de sala de aula com quadro/lousa, projeção de slides; utilizando-se aulas laboratoriais quando a instituição de ensino possui infraestrutura de laboratórios.

É preciso aproximar a teoria e a prática no processo de ensino, sendo que *“a prática é fundamento, finalidade e critério de verdade da teoria. A primazia da prática sobre a teoria, longe de implicar contradição ou dualidade, pressupõe íntima vinculação a ela”* (VÁZQUEZ, 1997, apud GIMENES, 2011. p. 35 – 36).

Observando os dados sobre acesso à Internet e o uso de aprendizagem móvel, nota-se a oportunidade de inserir as TICs como ferramentas didático-pedagógicas utilizando-se da infraestrutura de informática existente nas escolas para acesso a objetos de aprendizagem disponibilizados na rede mundial de computadores. Estes objetos de aprendizagem podem estar dispostos em forma de laboratórios de experimentação remota, dentre outros.

Silva (2006, p. 123) compara um laboratório de experimentação remota a “*um laboratório on-line para que se possa efetuar as práticas remotamente*”. A possibilidade de um experimento ser realizado em local diferente do local onde se encontra o sujeito que o realiza é dada por meio de TICs. Estas permitem que o sujeito controle remotamente o experimento e visualize-o por meio de tecnologias como computadores e dispositivos móveis (*tablets*, celulares, entre outros).

Experimentos remotos podem ser disponibilizados de forma irrestrita dentro e fora de uma instituição de ensino, a qualquer momento, a grupos de usuários específicos, como os alunos, e também aos entusiastas de uma comunidade local, bem como para comunidade global, resolvendo o problema de acessibilidade.

Dependendo do experimento a ser realizado, laboratórios de experimentação remota podem ter uma relação custo-benefício maior quando comparados com laboratórios presenciais. Fatores como custo, disponibilidade, compartilhamento de recursos, entre outros podem ser diferenciais que demonstrem esta vantagem do primeiro caso em relação ao segundo. Em cursos de ensino a distância (EaD), aulas laboratoriais presenciais poderiam ser substituídas por aulas à distância. Em salas de aula de instituições de ensino que não possuem laboratórios, professores podem demonstrar experimentos práticos aos alunos e permitir que eles também realizem seus experimentos, por meio de experimentos remotos.

O objetivo do presente trabalho é apresentar uma análise comparativa de custo-benefício entre laboratórios presenciais e laboratórios de experimentação remota, destinados à prática da programação de robôs, abordando aspectos como: custo financeiro para adquirir os recursos, disponibilidade de acesso, abrangência de acesso, necessidade de tutoria, possibilidade de aplicação de conhecimentos, compartilhamento/concorrência dos recursos, ociosidade dos recursos. Esta análise demonstra que a abordagem de experimentação remota proposta neste artigo tem menor custo financeiro para a instituição de ensino, e provê maiores benefícios aos alunos e entusiastas, quando comparada com um laboratório presencial que tem objetivo similar.

Para atingir este objetivo, iniciou-se a implementação do experimento remoto *RobôRex* que tem por objetivo permitir o experimentador programar um robô para cumprir tarefas como seguir uma linha e desviar de obstáculos; tarefas similares às realizadas em competições como a OBR.

Este experimento remoto representa uma possibilidade de integração das TICs, com possibilidades de uso no ensino em nível básico e superior, como uma ferramenta didático-

pedagógica aplicada no ensino laboratorial de matemática, lógica de programação e programação de robôs; disciplinas abordadas em cursos técnicos das áreas de ciências exatas e engenharias, assim como descrito por Cross *et al* (2015).

## 2. Projeto e Desenvolvimento do Experimento Remoto *RobôRex*

O robô do experimento *RobôRex* foi projetado para atuar em um ambiente fechado, contendo uma pista de cor branca com limites físicos laterais. Esta pista contém uma linha de cor preta em que o objetivo do usuário é instruir o robô a segui-la, desviando de obstáculos presentes sobre ela.

O usuário do experimento conecta-se por *browser* ao servidor *web* hospedado numa placa microprocessada *Raspberry Pi 3 Model B*, por meio de um endereço *HTTP*. Após realizado o acesso ao site, o usuário encontra uma aplicação *web* similar às apresentadas por Carlos *et al* (2016), e pelos projetos *12Blocks*<sup>2</sup>, *robot\_blockly*<sup>3</sup> e *artoo*<sup>4</sup> que permitem codificar por meio de blocos interativos, um passo a passo de comandos a serem executados no robô. O usuário pode testar seu raciocínio enviando o código criado ao robô e acompanhar a execução deste por meio de transmissão de vídeo em tempo real. O envio dos códigos de programação ao robô são feitos por conexão *bluetooth* entre este e o *Raspberry Pi*. O vídeo do experimento é capturado por uma *webcam* conectada ao *Raspberry Pi*.

A execução do código pelo robô depende do nível de carga de sua bateria, isto é, caso não se tenha carga suficiente, o robô inicia um modo de carregamento e envia esta informação ao *Raspberry Pi* por meio da conexão *bluetooth*, para que este ligue o carregador de bateria e avise o usuário para aguardar o término do processo de recarga.

As etapas de desenvolvimento do ambiente *web*, construção da pista e seu dispositivo de recarga de bateria do robô, a programação para que o experimento volte ao estado inicial e permita automanutenção, testes do conjunto ainda não foram concluídas. As etapas relacionadas à construção do robô e sua comunicação com o *Raspberry Pi* já foram realizadas.

A Figura 1 apresenta o protótipo do robô confeccionado até o momento. Sua estrutura física é formada por: placa *Arduino Uno R3* utilizada para desenvolvimento; chassis, esteira e motores adquiridos do *kit zumo robot para arduino v1.2*<sup>5</sup>, que conta com sensores de refletância capazes de diferenciar cores e identificar a linha preta na pista; placa eletrônica

---

<sup>2</sup> One Robot 12 Blocks, <http://onerobot.org/products/12blocks>.

<sup>3</sup> robot\_blockly, [http://wiki.ros.org/robot\\_blockly](http://wiki.ros.org/robot_blockly).

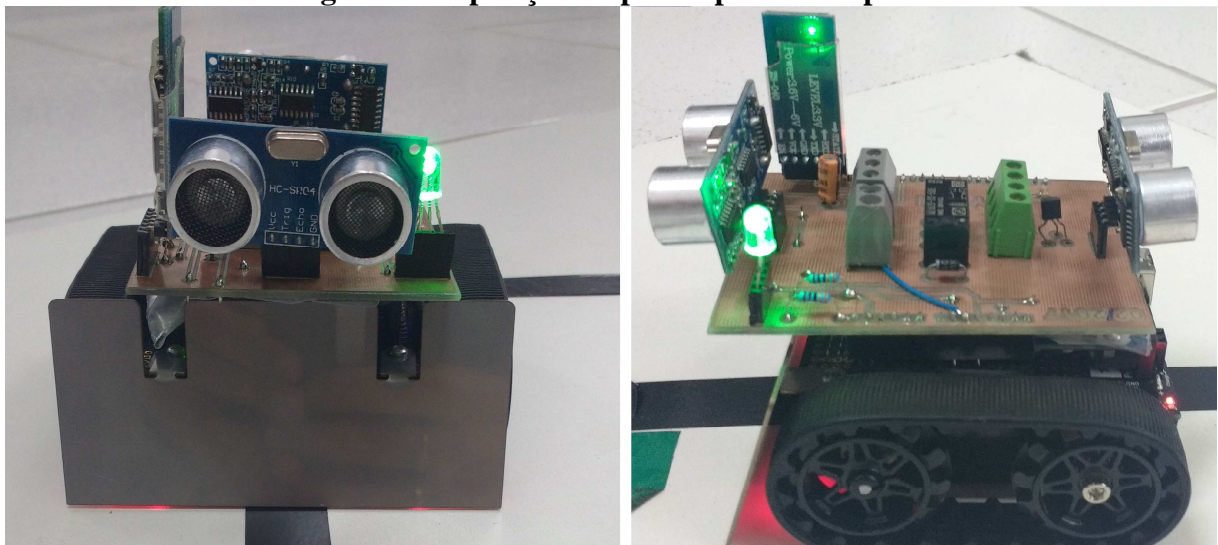
<sup>4</sup> Artoo, <http://artoo.io>.

<sup>5</sup> Pololu Robotics & Electronics. (2017), <https://www.pololu.com/product/2510>.

desenvolvida para o controle de sensores ultrassônicos – utilizados para medir distâncias e identificar obstáculos –, e do módulo *bluetooth* utilizado para comunicação do robô com o servidor da aplicação; bateria recarregável para dispor energia ao robô.

Para utilização da plataforma desenvolvida, métodos de *e-learning* – aprendizagem eletrônica – serão disponibilizados nas formas de: documento para regras de uso do ambiente, ilustração do mapa da pista, ilustração do robô, balões descritivos de cada bloco de programação, vídeo tutorial de como utilizar a ferramenta, e exemplos de uso de blocos de programação.

**Figura 1. Disposição do protótipo sobre a pista**



**Fonte:** Os autores

### 3 Metodologia

O desenvolvimento deste projeto emprega a pesquisa bibliográfica em livros e artigos científicos para embasar o conhecimento teórico necessário para seu desenvolvimento; a pesquisa exploratória na análise de trabalhos nas áreas de eletroeletrônica, ciência da computação e tecnologias na educação que forneceram exemplos para montagem do experimento remoto; a pesquisa aplicada, buscando implementar o objeto proposto, solucionando os problemas de confiabilidade no retorno do experimento ao estado inicial (retorno do robô à posição inicial) e em sua automanutenção (recarga automática da bateria do robô).

O experimento remoto *RobôRex* é resultante do projeto de pesquisa *Experimento Remoto na Programação de um Robô: um instrumento didático-pedagógico para aulas de programação e robótica*, com execução de agosto/2016 a julho/2017, financiado pelo Instituto Federal de Santa Catarina (IFSC), que tem por objetivo a implementação técnica e

Revista Tecnologias na Educação – Ano 9 – Número/Vol.21 – Edição Temática V– Simpósio Ibero-Americano de Tecnologias Educacionais (SITED 2017). [tecnologiasnaeducacao.pro/tecedu.pro.br](http://tecnologiasnaeducacao.pro/tecedu.pro.br)

disponibilização de um laboratório remoto de robótica. O projeto ainda está em andamento, sendo que parte do experimento remoto ainda está em desenvolvimento. A plataforma computacional utilizada para interface com o usuário e alguns aspectos técnicos de controle de funcionamento do experimento são resultados de uma parceria entre o Grupo de Automação Aplicada do IFSC Câmpus Criciúma – responsável pelo projeto – e o grupo de pesquisa do laboratório RexLab da Universidade Federal de Santa Catarina – responsável pelo aplicativo *block.ino* utilizado como base na interface do experimento remoto, que permite programar utilizando blocos interativos.

Para a análise de comparação entre laboratórios de experimentação remota e laboratórios presenciais, comparou-se o experimento *RobôRex* com um laboratório presencial para fins de ensino de robótica existente no IFSC Câmpus Criciúma – este composto por *kits Lego Mindstorms*, que consistem em conjuntos de peças para a montagem de um robô e uma central de controle que recebe e executa os comandos desenvolvidos. Por também haver no mercado *kits* de montagem de robôs da marca *Modelix* – com preço mais reduzido –, fez-se também a comparação com a aquisição destes.

#### 4 Resultados

O Quadro 1 apresenta uma descrição de custos referentes a montagem do experimento remoto de robótica *RobôRex*, composto pelos equipamentos e componentes adquiridos pelo projeto de pesquisa. Seus valores estão atualizados para o mês de março de 2017 na conversão para cotação média da moeda dólar neste mês<sup>6</sup>, baseando-se em consultas nas mesmas lojas virtuais onde foram adquiridos (detalhes apresentados no Apêndice I).

**Quadro 1. Descrição dos custos de montagem do experimento RobôRex**

Qtd	Descrição	Custo
1	Robô Zumo montado para Arduino	\$ 218,74
2	Sensor de distância ultrassônico HC-SR04	\$ 6,33
1	Placa Arduino Uno R3	\$ 15,96
1	Módulo Bluetooth HC-05	\$ 11,80
1	Kit Raspberry Pi 3 com Bluetooth integrado, fonte de alimentação, diversos componentes.	\$ 153,47
1	Bateria Life 6.6 V com carregador	\$ 110,76
1	Placa eletrônica para interligar os componentes	\$ 6,40 <sup>1</sup>

<sup>6</sup> Base de Conversão Utilizada: [http://economia.acspservicos.com.br/indicadores\\_iegv/iegv\\_dolar.html](http://economia.acspservicos.com.br/indicadores_iegv/iegv_dolar.html)  
Revista Tecnologias na Educação – Ano 9 – Número/Vol.21 – Edição Temática V – Simpósio Ibero-Americano de Tecnologias Educacionais (SITED 2017). [tecnologiasnaeducacao.pro/tecedu.pro.br](http://tecnologiasnaeducacao.pro/tecedu.pro.br)

1	WebCam (equipamento orçado, ainda não adquirido)	\$ 19,19
-	Materiais para montagem da pista: MDF, Acrílico, etc (orçado, não adquirido)	\$ 479,69
<b>Total:</b>		<b>\$ 1.022,34</b>
<sup>1</sup> valor estimado para material confeccionado nas dependências do IFSC.		

**Fonte: Elaborada pelos autores com base nos dados do Apêndice I.**

O Quadro 2 apresenta os dados referentes ao laboratório presencial que foram obtidos com base na montagem de um laboratório de robótica do IFSC, e com estimativa de preços feitos por meio de pesquisas em lojas virtuais, também no mês de março de 2017 (conforme Apêndice I). Este também apresenta a economia de montagem de laboratório quando substituindo os *kits Lego* e *Modelix* pelo experimento remoto *RoboRêx*. Tratando-se apenas de disponibilizar equipamento para aulas de programação de robôs, o experimento remoto é uma alternativa 87,70% mais barata quando comparada com laboratórios equipados com *kits* da empresa *Lego* e 74,78% mais barata quando comparada com laboratórios equipados com *kits* da empresa *Modelix*.

**Quadro 2. Relação de custo na montagem de laboratórios**

Composição de laboratório (capacidade para 20 alunos trabalhando em duplas)	Custo de montagem	Economia com RobôRex
Laboratório presencial com 10 kits Lego Mindstorms + 10 baterias	\$ 8,314.61	87,70%
Laboratório presencial com 10 kits Modelix IPROG + 40 pilhas	\$ 4,054.68	74,78%
Laboratório de experimentação remota com experimento <i>RobôRex</i>	\$ 1,022.34	-

**Fonte: Elaborada pelos autores com base nos dados do Apêndice I.**

**Quadro 3. Comparação entre características de uso de laboratórios físico e remoto**

Aspecto	Laboratório Remoto (1 experimento remoto)	Laboratório Presencial (10 robôs)
Disponibilidade de acesso	Estará disponível em tempo integral.	Utilização restrita ao horário de funcionamento da instituição e a disponibilidade de tutores.
Abrangência de acesso	Acessível ao público em geral.	Acessível apenas aos estudantes da instituição. OBS: acessível à comunidade em casos particulares como oficinas e competições.

Necessidade de tutoria	Não se faz necessário. OBS: o ambiente possui <i>e-learning</i> , é auto-supervisionado e não há contato direto do usuário com o equipamento.	Necessário OBS: o equipamento é sensível e de alto custo; tem contato direto do usuário.
Possibilidade de aplicação de conhecimentos	Lógica de Programação, Programação de robôs, Matemática	Lógica de Programação, Programação de robôs, Matemática, Mecânica, Sensores e Atuadores
Compartilhamento/ Concorrência dos Recursos	Compartilhamento do robô OBS: a programação pode ser feita em paralelo por múltiplos usuários, porém apenas um usuário pode executar o experimento por vez, ocasionando uma fila de espera.	Não compartilha recursos (desde que cada equipe tenha um robô)
Ociosidade dos Recursos	Varia conforme a demanda OBS: tende ficar pouco ocioso pois os alunos podem utilizar em horário extraclasse; a comunidade externa à instituição também pode utilizar.	Alto OBS: a utilização está vinculada a atividades como: aulas a cerca do tema, oficinas, competições.

**Fonte: Elaborada pelos autores.**

Além deste aspecto quantitativo, aspectos qualitativos podem ser analisados em uma relação custo-benefício. O Quadro 3 demonstra um comparativo entre as características de uso de laboratórios presenciais e de experimentos remotos quanto a aspectos importantes para o processo de ensino-aprendizagem, como: disponibilidade de acesso, abrangência de acesso, necessidade de tutoria, possibilidade de aplicação de conhecimentos, compartilhamento/concorrência dos recursos, ociosidade dos recursos.

Pode-se observar que em aspectos como disponibilidade de acesso, abrangência de acesso, necessidade de tutoria, e ociosidade dos recursos há grande disparidade entre as abordagens. O experimento remoto, diferentemente dos laboratórios presenciais, atende ao público em geral, não somente alunos de uma instituição específica, e também torna desnecessária a disponibilidade de um tutor, pois o experimento disponibiliza as ferramentas para o uso, se auto-supervisiona e não há contato direto do usuário com as partes sensíveis do equipamento disponibilizado.

No aspecto da disponibilidade de acesso, as instituições de ensino restringem a utilização de equipamentos enquanto a experimentação remota não limita o uso, por não possuir horário específico de funcionamento e nem necessidade de tutor.

Nos aspectos de possibilidade de aplicação de conhecimentos e compartilhamento/concorrência dos recursos, o experimento remoto apresenta desvantagens em comparação aos



laboratórios presenciais. Os *kits Lego Mindstorms* permitem que outros conhecimentos sejam estudados, além de lógica de programação, programação de robôs, e matemática, como: mecânica, por exemplo. Com os equipamentos do laboratório presencial disponíveis para equipes (duplas de alunos, por exemplo) em aulas de programação de robôs, não existe tempo de espera para execução; os alunos possuem liberdade para testar a execução do código a qualquer momento. No entanto, a necessidade de testes e execução se dá apenas em alguns momentos, já que em grande parte do tempo os alunos se atêm a atividade de programar o robô e fazer correções/ajustes no programa, não necessitando estar disponível para testes em todo o tempo.

Questões como alta taxa de uso pela comunidade externa durante os momentos de uso dos alunos podem comprometer as atividades de ensino devido ao alto grau de concorrência dos recursos. Deve-se considerar o tempo de recarga da bateria, em que o experimento fica ocioso, como fator agravante do experimento remoto. Nestes casos, intervenções podem ser realizadas de forma que, em determinados horários, o experimento remoto fique disponível somente aos alunos; outros experimentos remotos com o mesmo propósito podem ser disponibilizados pelo fato do custo de implantação ser reduzido em cerca de um terço quando comparado a um laboratório presencial, dividindo assim, a taxa de concorrência dos recursos.

Analisando os dados apresentados, constata-se que a adoção do laboratório de experimentação remota em vez de um laboratório presencial tem uma melhor relação custo-benefício para as atividades de ensino-aprendizagem na aplicação de conhecimentos em lógica de programação e/ou programação de robôs. Em instituições de ensino públicas, o equipamento do experimento remoto pode ter seu uso pela comunidade externa justificado pela necessidade de divulgação de serviços da instituição. Diversas instituições localizadas fisicamente em locais distintos e distantes também podem compartilhar experimentos remotos de forma a obter economia de recursos.

## **5 Considerações Finais**

Este trabalho apresentou uma análise comparativa entre laboratórios destinados às aulas de programação de robôs, nas abordagens de experimentação remota e experimentação presencial, comparando aspectos como custo financeiro para adquirir os recursos, disponibilidade de acesso, abrangência de acesso, necessidade de tutoria, possibilidade de aplicar conhecimentos, compartilhamento/concorrência e a ociosidade dos recursos. Esta análise conclui que os laboratórios de experimentação remota possuem vantagens

significativas para sua adoção no lugar de laboratórios presenciais, quando se trata de experimentos voltados à programação de robôs.

Após implantar o experimento remoto proposto, poderá ser realizada uma pesquisa com alunos e entusiastas sobre o uso da ferramenta e os possíveis problemas de compartilhamento/concorrência dos recursos, dentre outros aspectos.

## 6 Referências Bibliográficas

CARLOS, L. M. *ET AL.* block.ino: um experimento remoto para ensino de lógica de programação, robótica e eletroeletrônica básica. **Anais dos Workshops do V Congresso Brasileiro de Informática na Educação (CBIE 2016)**, 2016. DOI: 10.5753/cbie.wcbie.2016.151.

CROSS, J. L.; HAMNER, E.; BARTLEY, C.; NOURBAKHSI, I. Arts & bots: Application and outcomes of a secondary school robotics program. **Frontiers in Education Conference (FIE)**, 2015. 32614 2015. IEEE, pages 1–9.

GIMENES, C. I. **Um estudo sobre epistemologia da formação de professores de Ciências: indícios da constituição de identidades**. 179f. Dissertação (Mestrado em Educação). Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 2011.

INEP. **Censo Escolar da Educação Básica 2016: Notas Estatísticas**. Brasília: INEP. Fevereiro de 2017. Disponível em: <[http://download.inep.gov.br/educacao\\_basica/censo\\_escolar/notas\\_estatisticas/2017/notas\\_estatisticas\\_censo\\_escolar\\_da\\_educacao\\_basica\\_2016.pdf](http://download.inep.gov.br/educacao_basica/censo_escolar/notas_estatisticas/2017/notas_estatisticas_censo_escolar_da_educacao_basica_2016.pdf)>. Acesso em: mar. 2017.

JARA, I.; CLARO, M; MARTINIC, R. **Aprendizaje móvil en America Latina: Análisis del potencial de las tecnologías móviles para apoyar a los docentes y mejorar sus prácticas**. Paris: UNESCO. 2012. Disponível em: <<http://unesdoc.unesco.org/images/0021/002160/216081s.pdf>>. Acessado em: mar. 2017.

ROBOCUP BRASIL. **Histórico: O nascimento da RoboCup Brasil**. Disponível em: <[http://www.roboocup.org.br/historico\\_brasil.php](http://www.roboocup.org.br/historico_brasil.php)>. Acessado em: mar. 2017.

SILVA, J. B. **A utilização da experimentação remota como suporte para ambientes colaborativos de aprendizagem**. 196f. Tese (Doutorado em Engenharia de Gestão do Conhecimento). Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2006.

SILVA *ET AL.* Uso de dispositivos móveis para acesso a Experimentos Remotos na Educação Básica. **VAEP-RITA**, v. 1, p. 129-134, 2013.

## Apêndice I – Fontes de Pesquisa de Preços dos Equipamentos de Laboratório

Os preços contidos neste apêndice foram consultados no mês de março de 2017.

**Quadro 4. Fontes de preços dos equipamentos/componentes adquiridos do experimento RobôRex.**

<b>Equipamento/Componente</b>	<b>Preço Consultado (1 un.)</b>
<b>Sensor ultrassônico HC-SR04.</b> Consultado em: < <a href="https://goo.gl/ZwtY5C">https://goo.gl/ZwtY5C</a> >	\$ 3.17
<b>Placa Arduino Uno R3.</b> Consultado em: < <a href="https://goo.gl/OeiEsz">https://goo.gl/OeiEsz</a> >	\$ 15.96
<b>Módulo Bluetooth HC-05.</b> Consultado em: < <a href="https://goo.gl/mnihq7">https://goo.gl/mnihq7</a> >	\$ 11.80
<b>Kit Raspberry Pi 3 Intermediate.</b> Consultado em: < <a href="https://goo.gl/dvUAc6">https://goo.gl/dvUAc6</a> >	\$ 153.47
<b>Bateria Life 6.6 V.</b> Consultado em: < <a href="https://goo.gl/8FikO3">https://goo.gl/8FikO3</a> >	\$ 55.96

Fonte: Elaborada pelos autores com base nas consultas realizadas nos endereços indicados, março/2017.

**Quadro 5. Fontes consultadas para obtenção dos preços dos kits *Legó Mindstorms EV3*.**

<b>Kit Legó Mindstorms EV3</b>	<b>Preço Consultado (1 un.)</b>
Consultado na loja Legó Brasil: < <a href="https://goo.gl/S9Gxds">https://goo.gl/S9Gxds</a> >.	\$ 895.10
Consultado na loja The Bricks Imports: < <a href="https://goo.gl/P5kKdl">https://goo.gl/P5kKdl</a> >.	\$ 671.25

Fonte: Elaborada pelos autores com base nas consultas realizadas nos endereços indicados, março/2017.

**Quadro 6. Fontes consultadas para obtenção dos preços de baterias para os sistemas Brick EV3.**

<b>Bateria para o sistema controlador <i>Brick EV3</i></b>	<b>Preço Consultado (1 un.)</b>
Disponível na loja Wskits: < <a href="https://goo.gl/ut6Jdk">https://goo.gl/ut6Jdk</a> >	\$ 188.68
Disponível na loja New Port: < <a href="https://goo.gl/HUWOAd">https://goo.gl/HUWOAd</a> >	\$ 175.89

Fonte: Elaborada pelos autores com base nas consultas realizadas nos endereços indicados, março/2017.

**Quadro 7. Fontes consultadas para obtenção dos preços dos kits *Modelix*.**

<b>Kit Modelix Robotics IPROG</b>	<b>Preço Consultado (1 un.)</b>
Disponível na loja Americanas: < <a href="https://goo.gl/bNxDNK">https://goo.gl/bNxDNK</a> >	\$ 383.75

Fonte: Elaborada pelos autores com base nas consultas realizadas nos endereços indicados, março/2017.

**Quadro 8. Fontes consultadas para preços de pilhas recarregáveis para os kits *Modelix*.**

<b>Pilhas recarregáveis para o sistema controlador Modelix</b>	<b>Preço Consultado (kit com 4 un.)</b>
Disponível na loja Americanas: < <a href="https://goo.gl/OSFJH8">https://goo.gl/OSFJH8</a> >	\$ 21.71
Disponível na loja Walmart: < <a href="https://goo.gl/xP6tyw">https://goo.gl/xP6tyw</a> >	\$ 24,50

Fonte: Elaborada pelos autores com base nas consultas realizadas nos endereços indicados, março/2017.

Recebido em Outubro 2017

Aprovado em Outubro 2017