

MÉTODOS DE MOTIVAÇÃO ATRAVÉS DE AULAS PRÁTICAS PARA ESTUDANTES DE ENGENHARIA DA COMPUTAÇÃO

Alessandro Brawerman,¹ Christopher Bortoloti,² Leonardo Basso Guimarães,³ Luca Chamecki Granato,⁴ Maurício Domingues Aroldi,⁵ Vinícius Mendes de Souza⁶

RESUMO

Tradicionalmente, o primeiro ano de estudantes de engenharia é composto por uma série de disciplinas exclusivamente teóricas, que, apesar de fundamentais na formação de um engenheiro, podem se tornar um pouco tediosas, muitas vezes desmotivando os estudantes e aumentando a evasão. Com o objetivo de exercitar uma nova abordagem, com uma metodologia de ensino-aprendizagem focada na prática, este artigo apresenta uma experiência aplicada aos alunos ingressantes de Engenharia da Computação da Universidade Positivo, em 2012. A ideia principal é a de resolver experimentos de problemas reais durante as aulas e motivar os alunos por meio de projetos-macro, procurando, dessa maneira, aumentar o interesse dos mesmos, apresentando conceitos fundamentais de maneira um pouco mais informal, e auxiliando a diminuir a taxa de evasão. Ao final da disciplina que adotou essa metodologia, foi aplicado um questionário testando a absorção dos conceitos trabalhados e a efetividade da metodologia adotada. Os resultados obtidos mostram uma forte tendência a que essa metodologia possa ser utilizada como motivadora, especialmente para alunos ingressantes, já que menos de 5% dos alunos responderam que a disciplina não auxiliou na compreensão de conceitos básicos e na construção de uma fundamentação teórica necessária, e menos de 10% dos alunos responderam que a disciplina não os motivou a permanecer no curso.

Palavras-chave: Educação; educação em engenharia; metodologias motivacionais; aulas práticas (*hands-on*); diminuição de evasão escolar.

ABSTRACT

MOTIVATION METHODS THROUGH HANDS-ON LEARNING FOR COMPUTER ENGINEERING STUDENTS

Traditionally, the first year of engineering students is composed by a number of disciplines exclusively theoretical, which although essential in their formation, may become a bit tedious, often discouraging students and sometimes increasing the dropout rate. In order to exercise a new approach, with a teaching-learning methodology focused on practice, this article presents an experiment applied to freshman

1 Professor titular da Universidade Positivo e professor Adjunto I da Universidade Federal do Paraná

2 Graduando de Engenharia da Computação da Universidade Positivo.

3 Graduando de Engenharia da Computação da Universidade Positivo; sócio-proprietário da startup Creative Guys Ideas (CGI).

4 Possui ensino médio pelo Curso Positivo; experiência na área de robótica, mecatrônica e automação, com ênfase em desenvolvimento de sistemas embarcados.

5 Graduando de Engenharia da Computação da Universidade Positivo de Curitiba; sócio da startup Creative Guys Ideas (CGI).

6 Graduando de Engenharia da Computação da Universidade Positivo de Curitiba; sócio da startup Creative Guys Ideas (CGI).

students in the Computer Engineering major from Universidade Positivo, in 2012. The main idea of this approach is to solve experiments of real problems during classes and to motivate students through macro projects, trying in this fashion to increase their interest, presenting fundamental concepts in a little more informal manner, and thereby helping to decrease the dropout rate. At the end of the course that applied this methodology, a questionnaire was administered to test the absorption of the worked concepts and the effectiveness of the methodology adopted. The results show a strong tendency toward the use of such methodology as a motivator, especially for freshmen. This is because less than 5% of students answered that discipline did not help in understanding of basic concepts or in building of necessary theoretical basis, and less than 10% of students answered that discipline did not motivated them to continue their major.

Keywords: Education; engineering education; motivational methodologies; hands-on education; decreasing dropout rate.

INTRODUÇÃO

Tradicionalmente, o primeiro ano de qualquer estudante de Engenharia da Computação é composto por uma série de disciplinas teóricas que envolvem temas como cálculos matemáticos, conceitos de física e química, lógica de programação, entre outros. Apesar de fundamentais na formação de um engenheiro, em alguns momentos, essa carga teórica pode se tornar um pouco tediosa, tanto para estudar, como para ensinar, desmotivando o aluno e muitas vezes aumentando a evasão. Esse é um assunto que já vem sendo discutido, entre educadores de engenharia, há algum tempo. Pode-se observar em pesquisas apresentadas pela comunidade acadêmica que há uma preocupação em se criar novas alternativas de ensino-aprendizagem para a atual geração de estudantes, procurando incentivá-los e, por consequência, melhorando a qualidade de ensino e evitando a evasão, atualmente, um dos grandes problemas dos cursos de engenharia, não só no Brasil, mas em âmbito mundial (FINK, 2001; FRIESEL, 2009; HEITMANN, 2005; HUSSMANN *et al.*, 2004; HUSSMANN e JENSEN, 2007).

Com a mesma preocupação em motivar alunos e diminuir a evasão, o Núcleo Docente Estruturante do curso de Engenharia da Computação da Universidade Positivo decidiu por experimentar uma nova abordagem de ensino-aprendizagem, no ano de 2012, para seus alunos ingressantes. A nova abordagem, baseada na prática e adotada em apenas uma disciplina, Trabalhos de Engenharia, apresenta conceitos de eletrônica, mecatrônica, métodos matemáticos e programação, por intermédio de

experimentos realizados em sala de aula, no estilo *hands-on*.⁷ Os alunos vão sendo provocados a experimentar e desenvolver os projetos com o conhecimento que vai sendo adquirido para aquela determinada tarefa.

A nova abordagem visa a complementar o modelo usual, um pouco mais tradicionalista, baseado em apresentação e realização de exercícios de forma mais teórica, e procura motivar os estudantes, levando-os a pesquisar e descobrir como aplicar o conhecimento aprendido em pequenos projetos de sistemas embarcados, despertando um desejo por aprender mais e também apresentando uma visão inicial de como é o trabalho de um engenheiro da computação no seu dia-a-dia. O tema específico de construção e desenvolvimento de sistemas embarcados foi escolhido devido ao fato de ser bastante atual e tópico de pesquisa e desenvolvimento, tanto na comunidade acadêmica quanto na indústria local e mundial. Pesquisas apresentadas em Maskell e Grabau (1998), Guillemín *et al.* (2002), Han Kin e Jeon (2009), Williams (2003) também apostam em sistemas embarcados como um assunto com grande capacidade de despertar o interesse dos alunos ingressantes.

O restante deste artigo apresenta, na sessão 2, a metodologia de ensino-aprendizagem adotada no decorrer da disciplina, alguns dos experimentos práticos usados em sala de aula e os projetos-macro desenvolvidos. A sessão 3 traz os resultados obtidos

⁷ Estilo que conta com a pró-atividade dos alunos na realização de experimentos práticos.

e a opinião dos alunos em relação à disciplina, em forma de pesquisa de opinião, seguida pela sessão de conclusão do artigo.

METODOLOGIA

O NDE (Núcleo Docente Estruturante) do curso de Engenharia da Computação da Universidade Positivo, preocupando-se sempre em motivar cada vez mais seus alunos, tem pesquisado novas maneiras de interagir com os acadêmicos, não somente em sala de aula, mas também por meio de eventos extraclasse, como competições de robótica, programação e oficinas de aprendizado. Nesse sentido, foi adotada uma abordagem de ensino-aprendizagem totalmente baseada na prática, no estilo *hands-on*, contando com uma maior pró-atividade dos estudantes.

A nova abordagem foi aplicada remodelando-se uma disciplina já existente no currículo do curso, chamada de Trabalhos de Engenharia, com duração de um semestre. Anteriormente a essa abordagem, a disciplina fornecia uma visão do dia-a-dia de um engenheiro através de explicações bastante teóricas. Nas aulas, eram apresentadas a história, evolução e grandes contribuições da engenharia, o campo de trabalho atual, atividades cotidianas, questões referentes aos órgãos de regulação e organização da área, como o CREA (Conselho Regional de Engenharia e Agronomia) e IEP (Instituto de Engenharia do Paraná) e outros. Apesar do interesse no assunto, observou-se que, além de não ser tão estimulante para alunos ingressantes, essas informações poderiam ser apresentadas em um outro momento, em palestras e fóruns, por exemplo, sem ônus àqueles alunos.

Em substituição a essa metodologia mais convencional, a ideia era apresentar o lado prático da engenharia, incluindo os desafios e pressões que são enfrentados na vida profissional, focando, já a partir do primeiro dia, no objetivo de construir e desenvolver sistemas embarcados, tópico que requisita muitas áreas complementares, como eletrônica, mecatrônica, matemática e programação. Apesar de aumentar consideravelmente a dificuldade da disciplina, esperava-se que os novos alunos respondessem positivamente e alcançassem um novo

patamar de aprendizado em relação aos veteranos. Para auxiliá-los na construção do conhecimento, a abordagem adotada foi a de apresentar, inicialmente, exercícios práticos básicos e evoluir para protótipos mais complexos, na medida em que as aulas fossem avançando.

Como a disciplina era semestral, esperava-se um avanço gradativo, porém rápido, a cada aula. Portanto, foi adotada a plataforma de desenvolvimento Arduino, uma das plataformas mais populares, utilizada mundialmente, para a prototipação rápida de projetos embarcados. A plataforma conta com um *kit* de desenvolvimento tanto para o *hardware* – incluindo uma placa microcontrolada, ilustrada na Figura 1, com suporte de I/O (*Input/Output*) para entrada de sensores e saída para atuadores, quanto para *software* (IDE – *Integrated Developer Environment*, na Figura 2). A linguagem de programação utilizada é similar ao C, o que também ajudou aos alunos a avançarem em conceitos de programação.

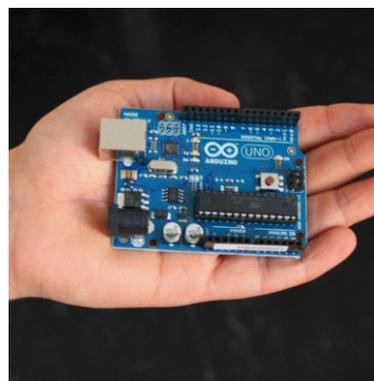


Figura 1: Microcontrolador da plataforma usada na disciplina.

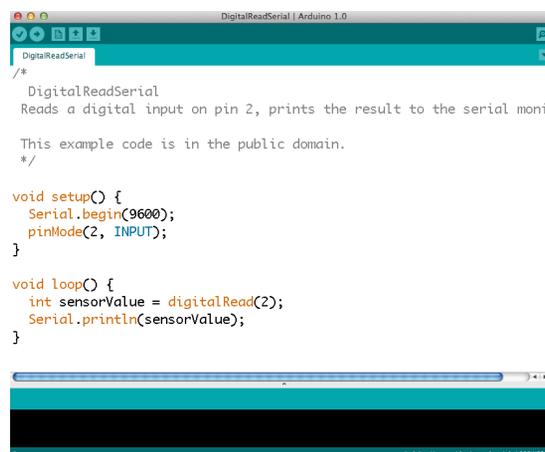


Figura 2: Exemplo de tela do ambiente de desenvolvimento dos projetos.

As aulas iniciais eram constituídas pela apresentação do experimento do dia, por alguns conceitos teóricos necessários para o desenvolvimento daquele projeto, pela sequência de montagem do *hardware* e de uma pequena ideia do algoritmo de controle a ser utilizado. Desde o início, os projetos envolviam, além da plataforma Arduino, o uso de protoboard e componentes eletrônicos diversos (LEDs – *Ligth-Emitting Diode*, resistores, capacitores, transistores). Noções básicas de eletrônica e uma breve introdução à IDE da Arduino foram as informações que precederam os primeiros projetos, que consistiam basicamente de experimentos com LEDs, botões *pull-down*, chaves e potenciômetros.

Durante o primeiro mês de aula, os experimentos eram especificados com detalhes da solução. A ideia principal do algoritmo a ser utilizado, bem como a montagem do circuito eletrônico faziam parte da especificação do projeto, e uma demonstração da solução funcionando era apresentada pelo professor antes mesmo de as equipes começarem a seguir as instruções daquele experimento. Além disso, era prerrogativa que os projetos deviam ser relacionados facilmente com problemas reais, portanto, foram utilizados como propostas iniciais a simulação em protoboard de um abajur, seguida pela construção e sincronização, também em protoboard, de um cruzamento de semáforos de trânsito (Figura 3), a construção de um ventilador utilizando-se um potenciômetro como controlador de velocidade (Figura 4), e a construção de um Theremin (Figura 5), instrumento musical eletrônico, no qual muda-se a frequência da nota musical, sem contato físico, conforme a mão do usuário aproxima-se ou distancia-se do sensor de presença.

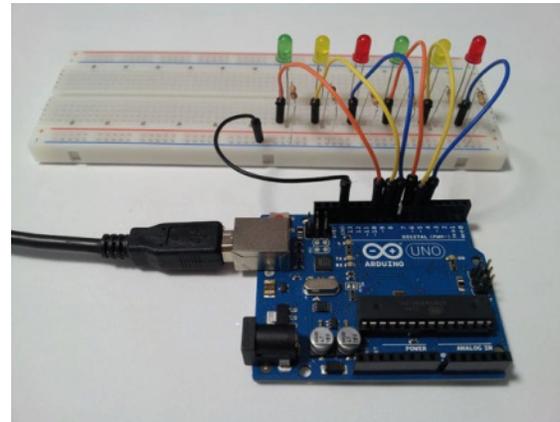


Figura 3: Semáforo

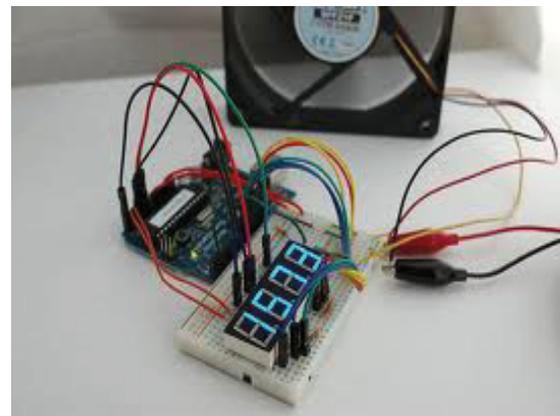


Figura 4: Ventilador

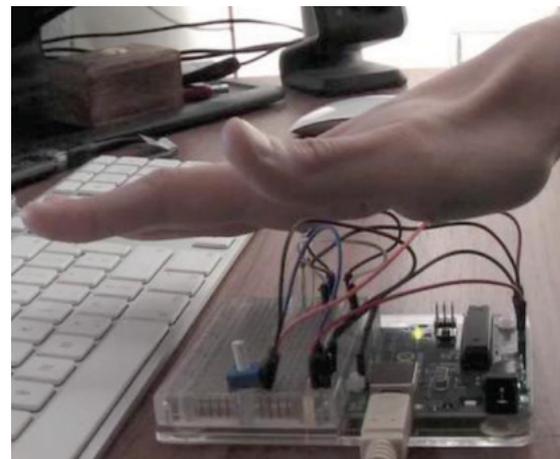


Figura 5 – Theremin

Como forma de avaliação da disciplina, propôs-se o desenvolvimento de cinco projetos-macro, a saber: um projeto de livre escolha e a simulação do consagrado jogo Genius, como projetos do primeiro bimestre; e, para o segundo bimestre, a simulação de um elevador, a construção de um módulo robótico terrestre autônomo (carrinho), que deveria ser capaz de percorrer um labirinto simples, e um último projeto, que deveria apresentar uma interface de controle remota, via rede de computadores, do módulo robótico terrestre construído anteriormente.

O projeto de tema livre foi proposto já no final do primeiro mês de aulas, sendo que a equipe deveria aprovar a ideia do projeto com o professor. Os alunos deveriam demonstrar, além dos conhecimentos recém-adquiridos, criatividade, motivação, pró-atividade e empenho. Apesar de haver pouco tempo útil para o desenvolvimento do projeto, os estudantes mostraram-se bastante motivados e propuseram trabalhos muito interessantes, alguns deles relacionados a projetos de alarme residencial, relógios digitais, calculadoras e, por fim, robótica, como carrinhos seguidores de luz, carrinhos seguidores de linha e um carrinho, construído com peças de LEGO, controlado remotamente via Bluetooth, ilustrado na Figura 6.⁸



Figura 6: Carrinho feito com LEGO e controlado por controle Nunchuck, via Bluetooth.

Com os excelentes resultados obtidos nessa primeira apresentação de trabalhos, o ritmo das aulas continuou acelerado e mais experimentos foram sendo realizados em classe. Sempre adotando a mesma metodologia prática, apresentando um experimento ligado à realidade do aluno. Gradativamente, a especificação dos experimentos em sala

⁸ Os projetos podem ser vistos no vídeo disponibilizado pelo canal do Núcleo de Computação da Universidade Positivo (NCOMP, 2012).

ficava menos detalhada, escondendo detalhes do código de controle e de montagem de *hardware*. Até que, ao final do primeiro bimestre, apenas o objetivo do experimento e o resultado esperado eram especificados. Para trabalhar com a criatividade, os projetos seguintes aos iniciais foram escolhidos com bastante cuidado: um projeto de alarme residencial, o controle de uma matriz/cubo de LED, controles de motor de passo e motores de corrente contínua. Após cada aula, os estudantes tinham um protótipo funcional, podendo realizar modificações e aprimorá-los de acordo com sua curiosidade e criatividade.

Para a comprovação dos conhecimentos adquiridos, foi proposto o segundo projeto-macro, o desenvolvimento, em uma forma simplificada, porém, funcional, do conhecido jogo eletrônico Genius. A réplica deveria ter como interface do usuário os quatro LEDs coloridos, com seus respectivos botões, três LEDs para indicar o grau de dificuldade, um potenciômetro para escolha do grau de dificuldade, e um *buzzer* que emitisse os diferentes sons (relativos a acerto, erro e cor), além do material básico – Arduino, protoboard e componentes eletrônicos diversos. Deveria ser desenvolvido em grupo, como os demais projetos-macro, sendo que, na apresentação, cada membro respondia a questões relativas ao *software* e ao *hardware*; eventualmente, era exigido que fizessem alguma alteração no projeto, para demonstrar o domínio no assunto. Excelentes protótipos foram apresentados, incluindo um que se destacou por inovar, ao substituir os botões por uma tela sensível ao toque, sobre uma caixa que continha os LEDs (Figura 7) afixados em uma placa de circuito impresso e todos os demais componentes.



Figura 7: Versão touch screen do jogo Genius.

Com o decorrer do curso, à medida que os estudantes evoluíam, alguns conceitos básicos de mecatrônica também foram apresentados. A ideia era, a partir de então, no segundo e último bimestre da disciplina, estimular os alunos com o uso da robótica. Foram realizados novos experimentos envolvendo, nessa etapa, motores de passo e de corrente contínua, transmissão de dados via redes de computador (Ethernet) e transmissão de dados de sensores via Web, garantindo um grau de conhecimento adequado para que os alunos pudessem desenvolver os projetos-macro restantes.

No terceiro projeto-macro, os estudantes deveriam montar um carro robótico autônomo, capaz de superar um labirinto simples, de formato desconhecido, sabendo-se apenas a largura dos corredores. Esse projeto foi baseado nas competições de robótica propostas pelo IEEE (*Institute of Electrical and Electronics Engineers*), o qual disponibiliza as regras (cf.: IEEE, 2007). As equipes poderiam planejar suas próprias bases robóticas, uma delas apresentada na Figura 8, ou utilizar as disponibilizadas pelo curso, que consistiam de uma estrutura simples, com dois motores e três rodas. Sobre a base, deveriam ser construídos o circuito de controle dos motores, o sistema de detecção de presença de obstáculos e o algoritmo de controle para tornar o robô autônomo. As equipes poderiam acrescentar os sensores que preferissem, sendo que vários grupos utilizaram sensores ultrassônicos, alguns adicionaram servomotores para permitir a rotação das bases e outros preferiram sensores de toque ou infravermelhos.



Figura 8: Carrinho autônomo com plataforma criada pelo próprio grupo.

Apesar de o labirinto ser bastante simples, um único caminho do início ao fim, sem alternativas de escolha, o mesmo apresentava curvas em 90 graus,

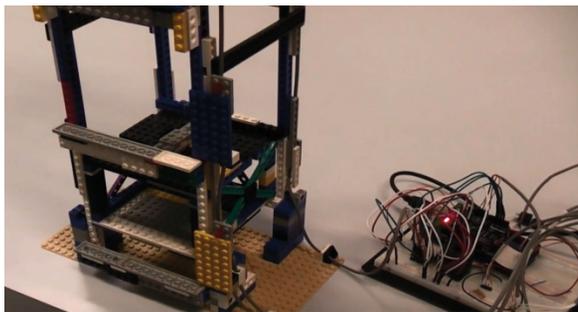
tanto para direita, quanto para a esquerda, o que se tornou um grande desafio para alunos ingressantes. As imagens da Figura 9 ilustram partes do labirinto proposto. Esse projeto foi, provavelmente, o mais complexo de todos os propostos, pois exigia uma relação mais sofisticada entre *hardware* e *software*, e ao menos um conceito rudimentar da matéria de Inteligência Artificial, vista apenas no quarto ano do curso. Entretanto, por apresentar um caráter desafiador, em uma área motivadora por natureza, como a robótica, os alunos se dedicaram como era esperado. O resultado foi bastante satisfatório, sendo que cerca de 30% dos projetos conseguiram completar o labirinto por inteiro. Outros tantos, cerca de 60% dos projetos, conseguiram completar boa parte do desafio, mas acabaram por se perder na parte final do labirinto. Poucas equipes, cerca de 10%, não apresentaram sucesso algum.



Figura 9: Ilustrações de partes do labirinto.

No quarto projeto-macro, foi proposta a construção de um elevador que deveria conter, além de uma estrutura de três andares, um motor de passo, LEDs e botões para cada andar, e ainda uma tela de LCD para informar sua posição. Alguns grupos

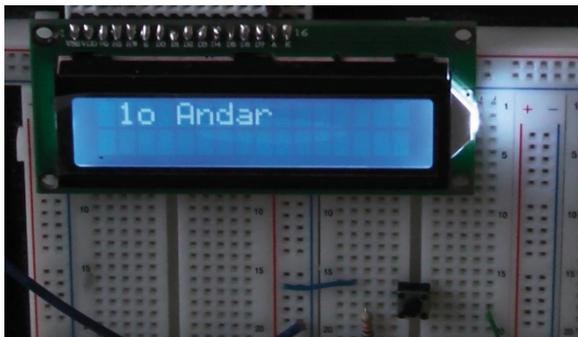
utilizaram sensores para melhor posicionar o elevador em relação aos pisos, visto que optaram por usar motores elétricos comuns. Os resultados foram excelentes, sendo que cerca de 95% dos projetos foram satisfatórios. A turma demonstrou muita criatividade na construção da estrutura, usando materiais como madeira, LEGO, papelão e latas de condimentos. A Figura 10 ilustra alguns dos projetos apresentados nessa etapa, privilegiando o uso de LEGO (a), madeira (b) e alumínio (c), respectivamente:



(a)



(b)



(c)

Figura 10: Projetos de simulação de elevadores.

Por fim, após um semestre recheado de desafios, o último trabalho exigiu um conjunto de conhecimentos que envolviam praticamente tudo o

que foi visto em classe – um carro robótico controlado remotamente, via rede de computadores local, Ethernet. Com as instruções dadas previamente nas aulas, esperava-se que os alunos demonstrassem intimidade com o módulo robótico, devendo focar no uso do *Shield* de Ethernet e no desenvolvimento de um *software* simples, escrito em C#, para controlar o robô. A Figura 11 ilustra um dos projetos apresentados.



Figura 11: Projeto de carrinho controlado via Ethernet.

RESULTADOS

Resultados e análise – Primeiro Ano (2012)

Todos os trabalhos apresentados neste artigo foram desenvolvidos ao longo do primeiro semestre de 2012, valendo lembrar que os executores eram alunos ingressantes, em seu primeiro semestre de vida acadêmica. Apesar de um certo risco, por apresentar muitos desafios, a metodologia de ensino-aprendizagem focada na prática, e com o intuito de, além de motivar os alunos, também mostrar um pouco das tarefas do dia-a-dia de um engenheiro da computação, foi bastante eficiente e funcional, o que pode ser visto com o resultado de um questionário aplicado ao término da disciplina, após as notas finais já terem sido lançadas.

Ao todo, 58 alunos de ambos os períodos (manhã e noite) responderam ao questionário, de forma anônima. As primeiras questões avaliavam conceitos relativos à estrutura e à metodologia da disciplina. Dessa forma, o NDE poderia analisar o nível de compreensão das turmas. As três questões finais

possibilitaram avaliar o grau de interesse e motivação despertados nos alunos. As questões formuladas são apresentadas no Quadro 1.

Quadro 1: Questionário apresentado aos calouros do ano de 2012.

No.	Perguntas
1.	A disciplina ajudou a compreender o conceito de sistemas embarcados?
2.	Gostei de trabalhar com a plataforma Arduino?
3.	Gostei de desenvolver projetos em equipe?
4.	Achei os projetos muito difíceis / complexos?
5.	Pretendo continuar a desenvolver, por conta própria, projetos similares durante o curso?
6.	Achei muito curta a duração da disciplina?
7.	A disciplina me motivou a permanecer no curso?

De acordo como os resultados, apresentados no gráfico da Figura 11, pode-se perceber que a metodologia aplicada auxiliou na compreensão do conceito de “sistemas embarcados”, já que apenas cerca de 5% dos alunos responderam negativamente à questão 1. Os alunos construíram diversos protótipos de sistemas embarcados durante a disciplina e conheceram, na prática, os componentes que formam tais sistemas.

Como esperado, a plataforma Arduino, adotada na disciplina, se mostrou bastante vantajosa ao ser utilizada com alunos com pouco conhecimento de eletrônica e programação, já que menos de 5% dos alunos responderam negativamente à questão 2. Essa plataforma vem sendo adotada pela comunidade como uma plataforma para a construção e desenvolvimento de protótipos de forma simples, rápida e eficaz.

A metodologia de trabalhos em equipe também foi bem vista pelos alunos ingressantes, já que, novamente, menos de 5% dos alunos responderam negativamente à questão 3. Por outro lado, já esperado, a maioria dos alunos considerou os projetos complexos e de difícil execução, já que somente cerca de 10% dos alunos responderam negativamente à questão 4. Apesar dessa impressão, a maioria das equipes conseguiu completar um grau mínimo desejado em todos os projetos-macro propostos e mostraram dedicação e perseverança no cumpri-

mento das tarefas, tanto nos projetos, quanto em sala de aula. Portanto, a experiência ainda é considerada pelos autores deste artigo e NDE do curso como válida, e foi novamente adotada com a turma de 2013, com pequenas modificações nos projetos-macro e com a proposta de quatro projetos, ao em vez de cinco.

Apesar das dificuldades e da complexidade de alguns dos trabalhos propostos, a metodologia aplicada obteve sucesso no que se propôs em seu principal objetivo de motivar os alunos. Esse fato pode ser facilmente notado pelas respostas das questões 5, 6 e 7. Menos de 10% dos alunos responderam que não pretendem realizar projetos similares por conta própria; mais de 70% dos alunos acharam a disciplina muito curta e provavelmente gostariam de uma disciplina desse tipo a cada ano; e menos de 10% dos alunos responderam que a disciplina não os motivou a permanecer no curso, um resultado surpreendente, e que mostra que a metodologia adotada pode ser utilizada como motivadora, especialmente para alunos ingressantes.

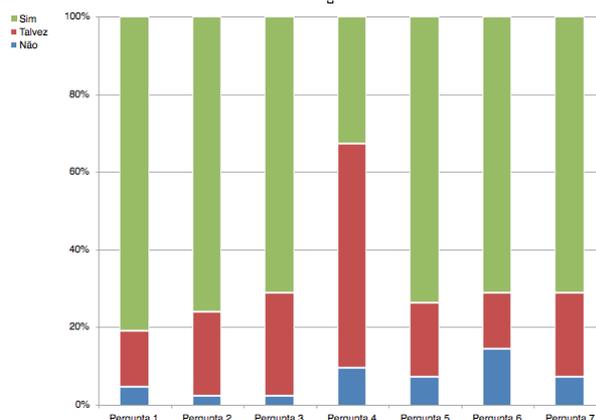


Figura 11: Resultados obtidos através do questionário do ano de 2012.

Resultados e análise – Segundo Ano (2013)

No início do ano acadêmico, outro questionário foi aplicado aos então segundanistas para avaliar a experiência com o novo modelo educacional. Um questionário similar foi aplicado aos terceiranistas, que não tiveram o mesmo modelo de ensino, para analisar se houve uma mudança significativa entre

as turmas. As questões aplicadas se encontram nos quadros 2 e 3.

Quadro 2: Questionário para turmas do 2º ano.

No.	Perguntas
1.	Você está motivado com o curso?
2.	Você acredita que os conhecimentos adquiridos no 1º ano serão úteis para um melhor desempenho no 2º ano?
3.	Você acha que seria importante ter uma disciplina prática como o de Trabalhos de Engenharia durante todo o curso?
4.	Você participaria (ou acharia interessante) se houvesse mais atividades extraclasse relacionadas ao curso, como oficinas, laboratórios, cursos de extensão?
5.	Você se sente preparado para estagiar na área (Eng. da Computação/ Sistemas Embarcados)?

Quadro 3: Questionário para turmas do 3º ano.

No.	Perguntas
1.	Você está motivado com o curso?
2.	Você acredita que se, na disciplina de Trabalhos de Engenharia do 1º ano, tivesse desenvolvido uma quantidade maior de projetos práticos estaria ainda mais motivado?
3.	Você se sente preparado para estagiar na área (Eng. da Computação/Sistemas Embarcados)?
4.	Você conhece a plataforma Arduino? Você acredita que seria uma boa plataforma para alunos iniciantes?
5.	Você se sente preparado para desenvolver (pequenos) projetos de sistemas embarcados em plataformas de prototipação rápida, como Arduino (MSP430, BeagleBoard, etc.) por conta própria?
6.	Você já realizou algum projeto de sistema embarcado dentro ou fora da universidade?
7.	Atualmente, com o que foi visto no curso, você acredita ter uma boa compreensão do que seja um sistema embarcado?
8.	Com os projetos aplicados desenvolvidos até o momento, você se considera preparado para dar continuidade ao curso?

Três questões estavam estreitamente conectadas; a questão 1 perguntava diretamente se os estudantes estavam motivados com o curso, e, nesse

questo, os alunos do 2º ano lideraram por uma pequena vantagem de 2,5%. Mas o ponto mais significativo foi a ausência de estudantes desmotivados entre os segundanistas contra 10% dos veteranos: a questão 2 mostra que os veteranos sentiram falta de uma matéria prática durante o 1º ano, enquanto aqueles confirmaram a aprovação do método com 80% de positivamente. A questão seguinte corrobora essa ideia, questionando-os se estão ou se sentem preparados para uma experiência profissional como estagiários. Considerando os indecisos, os alunos do 2º ano tiveram uma vantagem de 10% (75% contra 65%). Parece que o engajamento dos estudantes em projetos práticos não somente é capaz de motivá-los, mas também lhes dá autoconfiança para desenvolver projetos por conta própria ou se juntar a grupos mais experientes para executar tarefas mais audaciosas. Apesar de ser um tanto cedo para confirmar algumas de nossas hipóteses sobre esse novo método educacional, acreditamos que ele provocou uma mudança positiva. Novos questionários deverão ser aplicados aos alunos ingressantes, para observar uma segunda classe utilizando essa metodologia, então, estaremos mais aptos a verificar que ela realmente funciona.

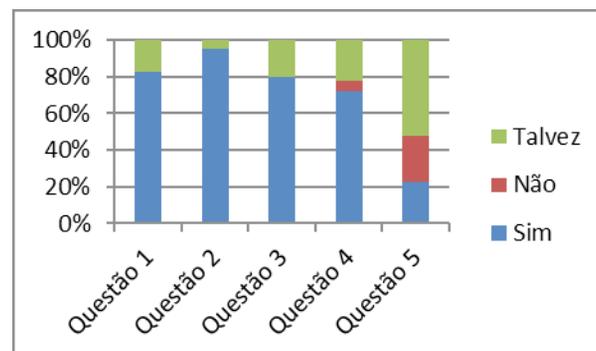


Figura 12: Resultado do Quadro 2.

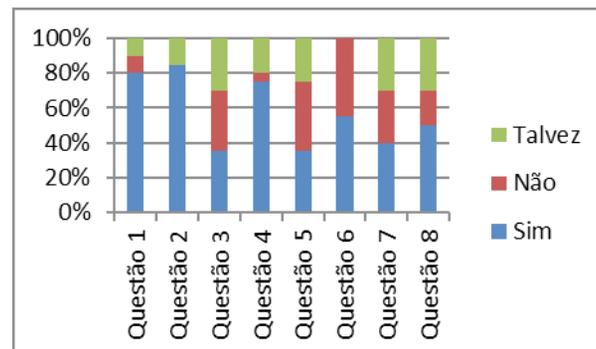


Figura 13: Resultado do Quadro 3.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho apresentou a proposta de uma nova metodologia de ensino-aprendizagem adotada para os alunos ingressantes do curso de Engenharia da Computação na Universidade Positivo, no ano de 2012. A nova abordagem visa a complementar o modelo usual, um pouco mais tradicionalista, baseado em apresentação e realização de exercícios de forma mais teórica; procura, portanto, motivar os estudantes, levando-os a pesquisar e descobrir como aplicar o conhecimento aprendido em pequenos projetos de sistemas embarcados, despertando um desejo por aprender mais e também apresentando uma visão inicial de como é o trabalho de um engenheiro da computação no seu dia-a-dia.

A metodologia adotada contempla aulas com apresentação de conceitos e fundamentação do conhecimento por meio da prática. A cada aula, era proposto um novo experimento, sempre focando em problemas reais, como, por exemplo, a sincronização de semáforos de trânsito em um cruzamento ou a construção de um alarme residencial. Inicialmente, os experimentos eram especificados em detalhes, mostrando desde a construção do *hardware* até o desenvolvimento do *software*, passo a passo. Conforme o avanço das aulas, a especificação dos experimentos foi ficando menos detalhista, até um momento em que eram explicitados somente itens como objetivo, justificativa e o que era esperado no experimento.

A avaliação dos alunos foi realizada em cinco projetos-macro, envolvendo conceitos de eletrônica, mecatrônica e programação. Projetos como a construção e simulação de um protótipo de elevador, a reconstrução do jogo Genius e o desenvolvimento de um carro robótico autônomo, capaz de percorrer um labirinto simples, são exemplos dos projetos-macro adotados. Todos com grandes desafios a serem vencidos e em áreas diferentes, como entretenimento, no caso do jogo, e robótica, no caso do carro autônomo.

Ao final da disciplina, com as notas já lançadas, foi aplicado um questionário para avaliação da metodologia adotada. Era desejo do NDE do curso saber se a metodologia tinha cumprido o seu papel

motivador e se, através da prática, tinha sido possível a compreensão de conceitos formais e a fundamentação de um conhecimento esperado para alunos de primeiro ano.

Os resultados do questionário foram bastante animadores. Apenas cerca de 5% dos alunos (um total de 58) responderam que a disciplina não auxiliou na compreensão de conceitos de sistemas embarcados; e, apesar da maioria dos estudantes considerar os projetos-macro complexos, menos de 10% responderam que não pretendem realizar projetos similares por conta própria. Além disso, mais de 70% dos alunos acharam a disciplina muito curta e provavelmente gostariam dessa disciplina em regime anual; em contrapartida, menos de 10% dos alunos responderam que a disciplina não os motivou a permanecer no curso, um resultado surpreendente, e que mostra uma forte tendência à adoção dessa metodologia como motivadora, especialmente para alunos ingressantes.

Pelo fato de ainda não haver outras turmas que tenham finalizado a disciplina com a utilização dessa nova abordagem, mais dinâmica e aplicada, qualquer comparação em relação às demais turmas de veteranos seria mera suposição. Porém, já se pode fazer ao menos algumas conjecturas, a fim de avaliar o sucesso da experiência. Como um exemplo, os então calouros mostraram mais intimidade com microcontroladores que muitos veteranos. Também, ao final de 2012, alguns calouros participaram do evento EACOMP (Encontro de Alunos de Computação da Universidade Positivo), como instrutores de um minicurso de Arduino, que contou com a participação de alguns veteranos como alunos.

Apesar de ainda ser cedo para tirar conclusões, sendo essa a primeira turma de Trabalhos de Engenharia a utilizar a nova metodologia, os resultados mostrados são bastante positivos, e, em consequência, a duração da disciplina foi estendida de seis meses para um ano na nova proposta de currículo. Após a aplicação do questionário de avaliação nas turmas dos anos subsequentes, provavelmente será possível ter uma melhor noção do alcance da metodologia e, conforme os resultados, fazer os devidos ajustes.

REFERÊNCIAS

- FINK, F. K. Integration of work based learning in engineering education. **Proc. of the 31st ASEE/IEEE Frontiers in Education Conference**, 2001.
- FRIESEL, A. Motivating students to study the basics of electronic engineering in the world full of electronics. **Proc. of the EAEEIE Annual Conference**, 2009.
- GUILLEMIN B. J.; NEVE M. J.; WILLIAMSON A. G. Enhancing the teaching of engineering design using a pseudo-professional environment supported by industry partnership. **Proc. of the AAEE 13th Int. Conf.**, 2002.
- HAN KIM, S.; JEON, J. W. Introduction for freshmen to embedded systems using LEGO Mindstorms. **IEEE Transactions on Education**, v. 52, n. 1, p. 99-105, 2009.
- HEITMANN, G. Challenges of engineering education and curriculum development in the context of the Bologna process. **European Journal of Engineering Education**, v. 30, n. 4, p. 447-458, 2005.
- HUSSMANN, S.; JENSEN, D. Crazy car race contest: multicourse design curricula in embedded system design. **IEEE Transactions on Education**, v. 50, n. 1, p. 61-67, 2007.
- HUSSMANN, S.; PATEL, N.; MACDONALD B.; BIG-DELI A.; SUMMICH J. Engineering design in computer systems: an interdisciplinary approach in the department of electrical and computer engineering at the university of Auckland. **Proc. of the ASEE Int. Conf.**, 2004.
- MCNAMARA, S.; CYR, M.; ROGERS, C.; BRATZEL, B. LEGO brick sculptures and robotics in education. **Proc. Amer. Soc. For Engineering Education Annu. Conf.**, Charlotte, NC, Jun. 1999. (CD-ROM, session 3353).
- NCOMP – Núcleo de Computação. “Projetos da disciplina de Trabalhos de Engenharia”. 2012. Universidade Positivo. Curitiba, PR. Disponível em: <<http://www.youtube.com/watch?v=mu5xenX6cC8>>. Última visita: 21/03/2014.
- IEEE; Micromouse competition rules, Proc. of The IEEE Region 2 Student Activities Conf., 2007. [Online] Disponível em: <http://www.ieee.uc.edu/main/files/sac2007/mm_rules.pdf>. Última visita em: 22/03/2014.
- MASKELL D. L.; GRABAU P. J. A multidisciplinary cooperative Problem-Based Learning approach to embedded systems design. **IEEE Transactions on Education**, v. 41, n. 2, p. 101-103, 1998.
- WILLIAMS, A. B. The qualitative impact of using LEGO Mindstorms robots to teach computer engineering. **IEEE Trans. Educ.**, v. 46, n. 1, p. 206, Feb. 2003.

DADOS DOS AUTORES



Alessandro Brawerman – Dr. Brawerman possui bacharelado em Informática pela Universidade Federal do Paraná (1998), mestrado em Sistemas de Alto Desempenho pela Universidade Federal do Paraná (2000) e doutorado em Engenharia da Computação pelo Georgia Institute of Technology (2005). Atualmente, é professor titular da Universidade Positivo e professor Adjunto I da Universidade Federal do Paraná. Possui experiência nas áreas de redes de computadores, sistemas embarcados, robótica e desenvolvimento de sistemas Web e mobile. Atua principalmente nos seguintes temas: construção e desenvolvimento de sistemas embarcados, sistemas Web e mobile e construção de ferramentas para bioinformática.



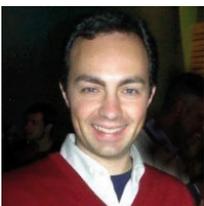
Cristopher Bortoloti – Estudante do curso de Engenharia da Computação da Universidade Positivo. Participou do grupo de pesquisa da Universidade Positivo, em projetos envolvendo o desenvolvimento de ferramentas e soluções em *software* e *hardware*, em especial, projetos de cunho educacional. Apresentou um artigo no ICBL 2013 (Interactive Computer Aided Blended Learning), sob o tema “ABC Game”, uma plataforma móvel para ensino linguístico para crianças a partir de 2-3 anos, no qual, junto com sua equipe de pesquisa e desenvolvimento, foi convidado a apresentar seu artigo para diversos outros periódicos e conferências.



Leonardo Basso Guimarães – Estudante de Engenharia da Computação da Universidade Positivo de Curitiba. Formado no Curso Técnico de Informática do Colégio OPET (2009-2011). Participou do projeto de pesquisa e desenvolvimento do jogo “ABCGame” (<http://www.abcgame.com.br>) na parte de desenvolvimento mobile voltado para a plataforma Android, apresentado na Conferência Internacional ICBL (Interactive Computer aided Blended Learning) de 2013. Sócio-proprietário da *startup* Creative Guys Ideas (CGI).



Luca Chamecki Granato – Possui ensino médio pelo Curso Positivo (2011). Tem experiência na área de robótica, mecatrônica e automação, com ênfase em desenvolvimento de sistemas embarcados.



Maurício Domingues Aroldi – Estudante de Engenharia da Computação da Universidade Positivo de Curitiba. Sócio da *startup* Creative Guys Ideas (CGI). Faz parte do grupo de pesquisas liderado pelo prof. Dr. Alessandro Brawerman, participando de projetos de robótica e aplicativos para plataformas móveis, todos voltados à educação. Em 2013, apresentou o trabalho “ABC Game – Educating Through Mobile Devices” no Congresso Internacional ICBL. Desde 2013, é bolsista de Iniciação Tecnológica pelo CNPq, com o projeto “Interfaces Tangíveis Aplicadas à Educação Infantil”.



Vinícius Mendes de Souza – Estudante de Engenharia da Computação da Universidade Positivo. Sócio da *startup* Creative Guys Ideas (CGI). Participou como desenvolvedor Android no projeto educacional “ABC Game”, pelo grupo de pesquisas da Universidade Positivo, resultando em: dois aplicativos na loja *online* da Google (Google Play), um artigo na Conferência Internacional da ICBL (Interactive Computer aided Blended Learning) em 2013, e, em seguida, outro artigo no *Journal IJES* (*International Journal of Emerging Sciences*).