Cooperação Interdisciplinar em Projetos de Arte Robótica

João G. Gomes[*], Felipe de O. Ferreira[*], Gabriel G. Gaspar[+], André L. G. Paiva[+], Paulo Henrique M. De Oliveira[*], Nathan C.A. Souza[*], Julia G. Zamboni[*+], Dianne M. Viana[*]

Faculdade de Tecnologia[*], Instituto de Ciências Exatas [+], Instituto de Artes[*+], Universidade de Brasília, Campus Darcy Ribeiro, 70910-900, Brasília, Brasil

Email: joao_unb_enm@hotmail.com, felipeoferreira@hotmail.com, gabriel.g.gaspar@hotmail.com, apaiva90@gmail.com, paulohenquiquemo@gmail.com, nathansouza110@gmail.com, juliaghorayeb@yahoo.com.b, diannemv@unb.br

Abstract

The production of robotic art is a challenge. Aiming at overcoming it, students from the Engineering, Computer Science and Mathematics courses from the University of Brasilia teamed up to put it into practice, thus revealing the importance of interdisciplinarity in team work for this type of project execution. Although robotics artwork has been idealized by an artist, its implementation was only possible with collaborative work. The use of a methodology for project based learning has contributed to the process of project development. Artwork involves the design and construction of a robot that reproduces human behavior such as, the eyes movement, breathing, and nodding the head. The robot identifies a person´s face positioned nearby. The experience allowed the active learning and decision making by students who became responsible for the project, and carried it out under teachers´ guidance.

Keywords: interdisciplinartity; project based learning; robotic art project.

1 Introdução

A robótica oferece muitas possibilidades para a produção de obras de entretenimento e arte. Projetar um robô que atuará em uma *performance* artística requer um projeto interdisciplinar, realizado por artistas e engenheiros. (Mondada and Legon, 2001, Martin et. al, 2007).

A interdisciplinaridade é tema recorrente no meio acadêmico e requisito essencial na prática de engenharia. Verifica-se no Brasil e no mundo uma preocupação em se inserir experiências interdisciplinares durante a formação dos estudantes. Muitas destas experiências envolvem a solução de problemas reais de engenharia e são apoiadas por metodologias de aprendizagem baseadas em projeto.

No presente trabalho, a proposta de formação de equipes interdisciplinares para a produção de obras de arte robóticas é endossada no ambiente acadêmico por uma metodologia de aprendizagem baseada em projetos. Os resultados da aplicação da metodologia implicam no desenvolvimento de um projeto real, cujo produto é o meio pelo qual se constituirá a obra de arte e na capacitação profissional dos envolvidos no processo. Além disto, "a adição de restrições artísticas acrescenta uma nova dimensão ao problema de engenharia e reforça a necessidade de uma abordagem coerente com o projeto" (Mondada and Legon, 2001).

A produção de uma obra de arte robótica requer a inter-relação dos três campos de conhecimento, Arte, Engenharia e Computação. Cada qual fornece restrições ou requisitos para o outro em função das possibilidades de contribuição para o todo, que é o projeto interdisciplinar. Neste sentido, entende-se que um projeto interdisciplinar pode ser constituído por vários projetos integrados, assim, o projeto artístico define as variáveis que afetam a expressividade da obra, que constituem os requisitos para os projetos de engenharia e de computação e estes definem quais os recursos tecnológicos que podem ser utilizados, que por sua vez constituem os requisitos do projeto artístico.

A forte interdisciplinaridade exige uma abordagem adequada no que diz respeito à integração da equipe e aos fatores que afetam o sucesso do projeto tais como: o grau de conhecimento técnico especializado, os recursos financeiros disponíveis e o tempo requerido para a finalização.

A abordagem orientada por projetos aplicada neste trabalho se apóia nos trabalhos de Powell e Weenk (2003) acerca de uma metodologia de ensino-aprendizagem ativa e colaborativa, baseada no estudante e no seu desempenho. Também se concentra no trabalho em equipe, no entanto desenvolve competências de ordem técnica e diferencia-se de outras abordagens por criar simultaneamente, competências transversais, tais como, trabalho em equipe, disciplina, espírito crítico, iniciativa e, relaciona conteúdos interdisciplinares de forma integrada.

Com base nesta metodologia é criado um ambiente para o desenvolvimento de um personagem robótico e interativo, capaz de reproduzir comportamentos humanos por meio da simulação de movimentos da face, da cabeça e da respiração. A obra de arte robótica Cacotecnia é viabilizada por uma parceria entre professores da Faculdade de Tecnologia e dos Institutos de Arte e Ciências Exatas da Universidade de Brasília.

Os objetivos deste trabalho consistem na apresentação de uma experiência de aplicação de um modelo de aprendizagem baseada em projetos envolvendo ensino, pesquisa e extensão na temática arte robótica. São apresentados os aspectos que tornaram possível a realização desta experiência, como formação da equipe interdisciplinar, a metodologia PBL, a gestão do projeto e o apoio institucional, assim como os resultados da aplicação da metodologia e do projeto.

2 Modelo utilizado

O projeto "Arte Robótica" trata-se do primeiro experimento pedagógico interdisciplinar realizado na Faculdade de Tecnologia entre diferentes campos de conhecimento – Engenharia, Computação e Arte – tendo como objetivo principal relacionar ensino, pesquisa e extensão para possibilitar uma produção artística, no caso, a obra Cacotecnia.

Nesse sentido, o ensino foi caracterizado pelo envolvimento de disciplinas de graduação de áreas tecnológicas por meio de uma metodologia PBL para viabilizar a construção do robô. A pesquisa, por sua vez, se relacionava aos aspectos expressivos e metodológicos de uma *performance* robótica e sua experimentação por meio da obra idealizada e concretizada no âmbito da linha de pesquisa Arte e Tecnologia. A extensão foi caracterizada pela exposição da obra ao público e por ações relacionadas à criação da obra visando oportunizar o acesso a arte às comunidades carentes.

A metodologia PBL aplicada se fundamenta no modelo descrito por Santana (2009) tendo como referência os trabalhos desenvolvidos na Universidade do Minho (Carvalho, 2007, Lima et al., 2006) . O modelo se baseia na formação de um ambiente para desenvolvimento de projetos interdisciplinares capaz de criar oportunidades que proporcionem a construção do conhecimento.

A metodologia aplicada pressupõe que os grupos executores ou equipes de projetos sejam constituídos por normas próprias de conduta dos seus membros, que consistem de códigos de compromissos éticos e de trabalho e atuem de forma autônoma, com responsabilidade sobre as decisões tomadas. As equipes podem ser formadas por estudantes advindos de disciplinas-base, de diferentes semestres e por estudantes externos a estas disciplinas, como voluntários. As equipes são formadas com base na disponibilidade de carga horária comum entre os estudantes.

Os professores das disciplinas participam na orientação, supervisão e avaliação das atividades - um dos quais deve atuar como coordenador geral do projeto - e os alunos participam como executores do projeto.

Além do desenvolvimento do projeto e das tarefas relativas ao acompanhamento e controle da execução destes, palestras, mini-cursos e jogos motivacionais podem ser utilizados para motivação e para complementar a formação.

Como resultado dessas ações obtém-se: um ambiente propício ao desenvolvimento de competências transversais; a motivação dos estudantes por estes estarem envolvidos na solução de problemas reais; uma maior interação universidade-empresa ou universidade-comunidade; um perfil do egresso condizente com as propostas dos projetos pedagógicos dos cursos da Faculdade de Tecnologia; o uso de procedimentos educacionais que favoreçam a interdisciplinaridade; a integração de diferentes áreas de conhecimento e; o aperfeiçoamento técnico dos envolvidos (Viana et al., 2011).

No presente trabalho, após a escolha do tema do projeto, no caso "Arte Robótica", foram definidas as disciplinas-base relacionadas às áreas envolvidas no projeto, a saber: Mecânica 2, Projeto de Máquinas e Visão Computacional. Por ter se tratado de um projeto piloto envolvendo diferentes campos de conhecimento e os professores envolvidos não terem vivenciado nenhuma experiência com PBL, estes optaram por trabalhar com apenas uma equipe constituída por estudantes voluntários destas disciplinas.

Para a formalização curricular do projeto, os estudantes que integrariam a equipe executora foram matriculados na disciplina Projeto Integrador 1, no primeiro semestre de desenvolvimento e Projeto Integrador 2, no semestre seguinte. Um ambiente de aprendizagem foi, então, formado a partir dos requisitos das disciplinas envolvidas e pela necessidade de se atingir os objetivos estabelecidos na proposta do projeto.

Dessa forma, a primeira fase do desenvolvimento do projeto teve a duração de um ano e foi apoiada por disciplinas de graduação. A segunda fase do projeto foi apoiada por uma ação de extensão, também curricular e com duração de um ano. Maiores detalhes do desenvolvimento destas fases são descritos a seguir.

3 Etapas e Recursos para o Desenvolvimento do Personagem Robótico

A produção da obra Cacotecnia demandou a constituição de duas equipes, uma artística e outra técnica. Ambas trabalharam na idealização e produção do corpo, do ambiente e do comportamento do robô. O subprojeto artístico demandou a contratação de cenógrafos, arquitetos e designers, costureiras e marceneiro. O subprojeto tecnológico – de desenvolvimento do robô – foi realizado no ambiente acadêmico e contou com o apoio de professores e estudantes da Faculdade de Tecnologia e dos Instituto de Ciências Exatas e de Artes.

O número de participantes discentes na equipe técnica variou ao longo do período de desenvolvimento do projeto entre 7 e 9, de diferentes semestres, dos cursos de graduação em Matemática, Ciência da Computação, Mecatrônica, Engenharia Mecânica, Geociências. A equipe contou com a tutoria de uma artista, estudante de pós-graduação em Arte e Tecnologia, do Instituto de Artes. Participaram também do projeto quatro professores dos cursos de Engenharia Mecânica, Mecatrônica, Ciência da Computação e Cenografia da Universidade de Brasília e uma professora da Escola de Belas Artes da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ).

O projeto foi planejado para ser desenvolvido em dois anos, constituindo duas fases, e executado em quatro etapas, cada uma destas correspondendo a um semestre letivo: a elaboração da proposta de solução (Projeto Preliminar), o desenvolvimento da solução (Projeto Detalhado), o plano de implementação e monitoramento (Detalhamento da Execução) e a aplicação do plano de implementação e monitoramento da solução (Construção e Testes).

Na Figura 1 são representadas as fases e etapas do projeto no período dos dois anos de desenvolvimento. Também estão representados os pontos de controle mensais do projeto. A primeira fase é caracterizada pelo apoio das disciplinas de graduação que formaram a base de conhecimentos para iniciação do projeto, como já foi mencionado. Esta fase abrangeu as etapas “Projeto Preliminar” e “Projeto Detalhado”, desenvolvidos em dois semestres letivos, por meio das disciplinas do Projeto Integrador 1 e 2.

As disciplinas Projeto Integrador 1 e 2 foram executadas em três etapas: pré-projeto, projeto e pós-projeto. Na primeira etapa, um Plano de Ação desenvolvido pelos professores orientadores, foi apresentado aos estudantes e continha informações sobre o objetivo a ser alcançado, os envolvidos no projeto, o tema a ser desenvolvido, as fases e marcos do projeto, disciplinas e conteúdos relacionados, métodos de avaliação e os pontos de controle. A segunda etapa consistiu na execução do projeto e foi executada pelo grupo durante o período letivo. Esta se subdividiu em cinco subetapas: *iniciação do projeto*, *plano de projeto*, *execução do projeto*, *avaliação preliminar* e *conclusão do projeto*. A terceira etapa foi a fase da avaliação da aprendizagem e dos resultados técnicos obtidos ao longo do processo de desenvolvimento do projeto, o que foi feito com auxílio de formulários respondidos ao longo do processo, de relatórios e por meio do acompanhamento semanal e mensal dos estudantes.

Após dois semestres letivos envolvendo várias disciplinas de graduação, o projeto adquiriu um caráter formal de extensão, o que possibilitou a continuidade do projeto, com concessão de créditos aos estudantes, além da oportunidade de participação em editais internos da universidade visando à obtenção de recursos financeiros. Nesta fase foram realizadas as etapas: “Detalhamento da Execução” e “Construção e Testes”.

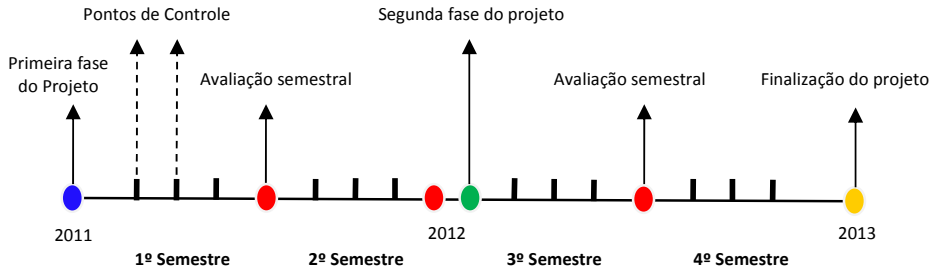


Figura 1: Primeira e segunda fase do projeto

Na Tabela 1 é mostrada a subdivisão das duas fases do projeto um resumo das tarefas realizadas durante o desenvolvimento deste. Os recursos físicos disponíveis para o desenvolvimento do projeto foram uma sala na Faculdade de Tecnologia em que os integrantes do projeto fizeram as reuniões semanais e a Oficina (SG-9) que permitiu a construção dos mecanismos do robô.

Os recursos financeiros para a execução do projeto foram obtidos por meio de editais internos e externos à Universidade de Brasília. O edital DEG 07/2011 (Decanato de Ensino de Graduação) concedeu uma bolsa de pós-graduação para a estudante de mestrado tutora da equipe; o edital DEG 09/2011, de apoio a projetos de avaliação e

melhoria da qualidade do ensino de graduação na UnB, concedeu recursos para a compra de componentes eletrônicos; o edital PIBEX 03/2012 (Programa Institucional de Bolsas de Extensão) concedeu bolsas para quatro dos seis estudantes e; o edital FAC/DF (Fundo de Apoio à Cultura) concedeu recursos financeiros para a construção do ambiente e realização de uma exposição ao final do projeto.

Tabela 1: Subdivisão das fases do projeto.

Subdivisões	Resumo das tarefas	Realização
Inicialização (Fase 1)	• Definição das disciplinas base; • Desenvolvimento do Plano de Ação.	*Antes do início do semestre*
Projeto Integrador *1* *(Fase 1)*	• Divulgação do projeto nas disciplinas-base; • Matrícula dos voluntários; • Entrega do Termo de Abertura e do Plano de Projeto; • Apresentação da proposta do projeto; • Desenvolvimento do projeto • Redefinição dos objetivos para o próximo semestre.	1º /2011
Projeto Integrador *2* *(Fase 1)*	• Divulgação do projeto nas disciplinas-base; • Matrícula dos voluntários; • Apresentação do novo Plano de Projeto e do novo Termo de Abertura; • Revisão do projeto e desenvolvimento dos primeiros protótipos do sistema mecânico; • Definição dos parâmetros para visão computacional; • Redefinição dos objetivos para o próximo semestre.	2º/2011
Projeto de Extensão (Fase 2)	• Divulgação do projeto e entrevista com os interessados; • Detalhamento da execução, desenhos técnicos e construção dos protótipos definitivos do sistema mecânico; • Implementação da visão computacional; • Integração dos sistemas; • Testes.	1º/2012 e 2º/2012
Exposição (Fase 2)	• Montagem; • Manutenção.	04/01/2013 a 29/01/2013

4 Resultados

Os resultados obtidos foram organizados segundo o projeto artístico, o produto do projeto de engenharia, o processo de desenvolvimento do projeto e a ação de extensão.

4.1 Do Projeto Artístico

Foram definidos os elementos composicionais das performances robóticas: configuração do ambiente, do corpo e do comportamento do robô, detalhados a seguir. Tais elementos conferiram restrições ao projeto de engenharia.

Configuração do ambiente

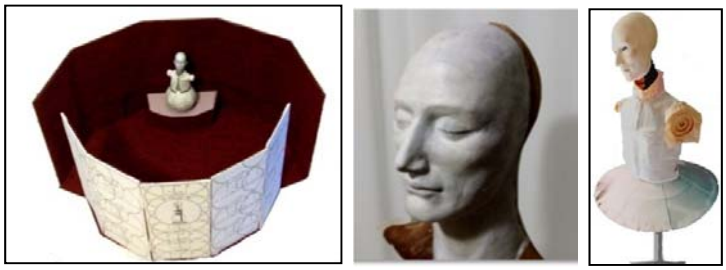
A obra foi projetada para ser exposta em galeria de arte. O ambiente foi idealizado como uma grande caixa de música, na qual os espectadores entram para ver o robô-bailarina. A caixa foi projetada em biombos de madeira com duas entradas para os espectadores, Fig. 2a. O robô foi posicionado sobre um pequeno palco, encostado no biombo central.

Configuração do corpo

O robô foi idealizado com aparência de boneco com características humanóides, tamanho equivalente ao corpo humano e uma roupa de bailarina. A cabeça foi desenhada e modelada em argila e, em seguida, foi construído um molde de gesso para fundir a forma do rosto (Fig. 2b) e obter uma máscara em latex. A estrutura de metal do corpo é aparente na base e no pescoço do robô, conforme a Fig. 2c.

Configuração do comportamento

A respiração e o foco do olhar foram definidos como ações principais do robô. O movimento da respiração é o mais importante para prover sinal de vida ao robô, reflete o estado emocional do personagem. A visão é um dos sentidos pelo qual se percebe o mundo e, neste caso, permite que o robô "mantenha contato" com o espectador. Além disso, o foco de olhar evidencia a interatividade do robô, quando o espectador compreende que ele está percebendo e reagindo à sua presença.



(a) (b) (c)

Figura 2: Configuração do ambiente (a); Configuração do corpo: forma do rosto (b) e corpo vestido (c).

As ações do robô-bailarina são ativadas a partir da presença do espectador e caracterizam os seus estados emocionais. A definição das ações pré-programadas e a execução computacional foram realizadas de forma integrada com a equipe da área de Visão Computacional. Entre um número possível de ações, a ação desempenhada é escolhida por fatores probabilísticos e ocorre em função dos dados situacionais. Se não houver nenhuma pessoa no ambiente, por exemplo, o robô tem 40% de chance de dormir e 60% de chance de adotar um comportamento definido como padrão. Quando uma ou mais pessoas são detectadas pelo robô ele também pode assumir comportamentos de medo, despeito ou delírio, sendo estes definidos com base em alterações dos movimentos de respiração, da cabeça e dos olhos.

4.2 Produto do Projeto de Engenharia

A seguir são detalhados os componentes e sistemas constituintes do robô.

Respiração, Tórax e Estrutura do Corpo

Inicialmente foram realizados estudos e desenvolvidos modelos funcionais para uma representação realística da respiração humana. Optou-se neste caso, pelo efeito de expansão e retração causado pela ação de mecanismos conectados às lâminas flexíveis de alumínio e acionados por motores. O sistema remete à função das costelas, proporcionando um volume de dimensões aproximadas a de um tórax humano adulto.

Na Figura 3 é mostrada a evolução dos mecanismos de acionamento das "costelas" que passaram de sistemas de barras articuladas para um sistema cabos em um processo sequencial de simplificação do projeto. Para a estrutura de sustentação do corpo utilizou-se uma coluna central de perfil vazado, Fig. 3a.

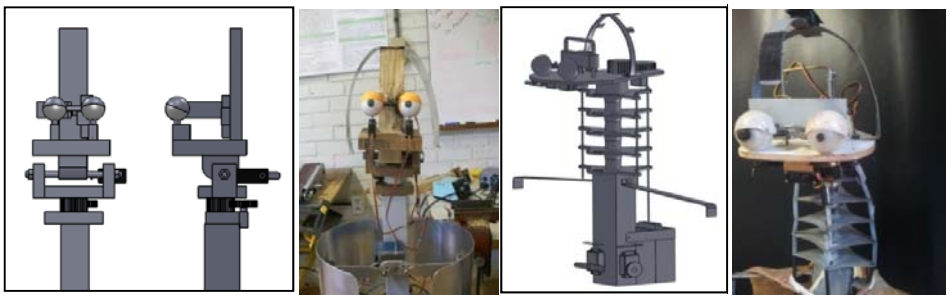
As melhorias introduzidas resultaram na redução do ruído e na facilidade de acesso (externo) aos motores para manutenção, Fig. 3e.

(a) (b) (c) (d) (e)

Figura 3: (a) Estrutura do tórax, coluna e base; (b) Duplo mecanismo de simulação da respiração; (c) Mecanismo único; (d) Substituição das barras articuladas por sistema de cabos; (e) Localização dos servomotores fora do robô.

Mecanismos do Pescoço e estrutura da Cabeça

Na Figura 4 é mostrada a evolução do projeto do pescoço que, inicialmente, possuía dois graus de liberdade (Fig. 4a e 4b). Mas buscando-se um movimento semelhante àquele proporcionado pela coluna cervical, utilizou-se um conjunto de chapas apoiadas em esferas vazadas e separadas por tubos também vazados para passagem dos cabos de acionamento, Fig. 4c e 4d. O conjunto possibilita conferir ao robô os três graus de liberdade na faixa de serviço de um pescoço humano.



(a) (b) (c) (d)

Figura 4: Estrutura da cabeça e pescoço: (a) Projeto inicial; (b) Protótipo em madeira; (c) Nova concepção; (d) Novo protótipo.

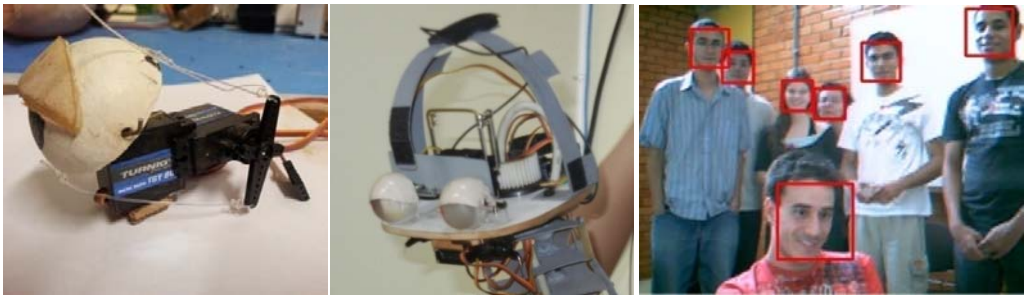
Olhos

Para obter a movimentação dos globos oculares do robô dentro da faixa de movimentos dos olhos humanos, foi elaborado um sistema de servomecanismos que permite reduções de velocidade controladas. O sistema inicialmente consistia de apenas dois servomotores iguais em posições reversas, que acionava cascas esféricas – os olhos - por meio de fios de *nylon* a eles conectados, Fig. 5a. Deste modo, os olhos eram movimentados para os lados e para cima e para baixo. Posteriormente o projeto foi melhorado substituindo as cascas semiesféricas por esferas tipo *roll on* e os fios de *nylon* por um conjunto de hastes e molas para uma melhor precisão dos movimentos. Também foram acrescentadas as pálpebras, controladas por outros dois servomotores, Fig. 5b.

Visão computacional

O efeito de interatividade do personagem robótico com o espectador é obtido a partir do momento que o robô parece olhar na direção de um espectador específico e passa a acompanhar com movimentos do pescoço, cabeça e olhos as mudanças de posição deste espectador. Para que isto seja possível são definidas três etapas para implementação do código computacional: reconhecimento do ambiente, interpretação de estímulos e codificação das reações.

Os dados do ambiente são captados pelas câmeras na forma de sinais de imagens, processadas em tempo real, nas quais se buscam padrões – detecção das faces, Fig. 5c. A interpretação de estímulos consiste na escolha de uma resposta dentre possíveis programações para aquele padrão identificado, gerando uma instrução ou um comando. As instruções são codificadas e enviadas ao microcontrolador conectado ao computador, usado para acionar os servomotores de forma apropriada. Deste modo, as ações podem ser codificadas em reações mecânicas, tais como alteração no padrão de respiração e movimentos da cabeça e dos olhos.



(a) (b) (c)

Figura 5: (a) Protótipo do olho; (b) Estrutura da cabeça e olhos; (c) Imagem captada pela câmera e detecção de faces.

4.3 Aprendizagem a partir Processo de Desenvolvimento do Projeto

Na primeira fase do projeto, competências a serem adquiridas nas disciplinas-base seriam também necessárias para o desenvolvimento do projeto, assim, o aprendizado de parte dos conhecimentos teóricos necessários foi facilitado e motivado pela contextualização promovida pelo processo.

Deste modo, estudantes que cursavam a disciplina Visão Computacional, aplicaram conhecimentos teóricos apreendidos e, além disso, buscaram outros conhecimentos, como por exemplo, a aprendizagem da linguagem *OpenCV* - para o desenvolvimento de aplicativos. Também estes estudantes tiveram a oportunidade de participar da integração de sistemas de controle – visão computacional – mecânica e vivenciar os resultados desta integração como resultado de seu trabalho.

Depoimentos dos estudantes foram documentados ao final da primeira fase do projeto. Estudantes que cursaram a disciplina Mecânica 2 declararam:

> "Os conceitos abordados durante as aulas serviram de base para a construção dos mecanismos. A partir deles pudemos desenvolver e aplicar ideias fisicamente viáveis e adequadas tendo em vista os objetivos do projeto, bem como identificar e corrigir deficiências de projeto que surgiram ao longo do processo de desenvolvimento deste".
>
> "Durante o projeto, na confecção do sistema de respiração, foram utilizados os conhecimentos apreendidos acerca dos mecanismos, em especial, planos e articulados, conceitos que estão presentes na cinemática de corpos rígidos. Foi necessário também estudar os tipos de movimentos e suas particularidades, além de análises de balanços de força e momentos e modelagem e simulação de mecanismos planos articulados, tópicos estes que pertencem à dinâmica de corpos rígidos" (Filipe Ferreira, Mecânica 2).

Durante as duas fases do projeto, sempre que necessário, os professores intervieram sob a forma de orientação e *feedback* quanto aos resultados técnicos apresentados e quanto à gestão do projeto.

Ainda, durante as duas fases do projeto, por ocasião dos encontros de tutoria, dos pontos de controle e da análise de questionários, o desempenho individual e da equipe quanto ao desenvolvimento de competências transversais também foi observado, principalmente em questões ligadas ao relacionamento interpessoal, apresentação oral e escrita e pró-atividade na busca de solução de problemas.

4.4 Ação do Projeto de Extensão

No início de 2013, após finalizado o projeto, foi realizada uma exposição da obra Cacotecnia na galeria Espaço Piloto da Universidade de Brasília, que mostrou, durante alguns dias, o robô em funcionamento. A obra recebeu este nome, que significa "falta de arte" por representar uma bailarina de caixinha de música quebrada, ou seja, incapaz de dançar. O robô bailarina, Fig. 6a, ficava posicionado dentro da caixa de duas entradas laterais, Fig. 6b, pelas quais os espectadores entravam.

Dependendo da movimentação e da posição do espectador e também de programações realizadas, o robô demonstrava diferentes tipos de reações como: medo, tranquilidade e susto por meio de movimentos dos olhos, pescoço e da freqüência da respiração, parecendo realmente interagir. A partir destas reações, diferentes tipos de sons, distorcidos, eram reproduzidos para demonstrar estes sentimentos.

A exposição durou 20 dias e recebeu mais de 400 visitantes. Para mantê-la em funcionamento constante fez-se necessário o revezamento dos integrantes da equipe. Durante este tempo, o robô apresentou alguns problemas mecânicos relacionados ao desgaste de materiais que foram sanados rapidamente pelos integrantes da equipe responsáveis pelo suporte técnico.

(a) (b) (c)

Figura 6: Robô-bailarina; (b) "Caixinha de música" montada na Galeria Espaço Piloto; (c) Exposição do robô-bailarina.

A exposição teve divulgação espontânea da mídia local e nacional, como uma programação incomum de férias para as crianças. Impressões dos espectadores puderam ser captadas:

> "Fiquei muito impressionado. A gente sempre vê robô relacionado à ciência, à pesquisa. É interessante ver um assim, como trabalho artístico", contou o aposentado Clayton Zanlorenci, 61 anos, que visitou a exposição.
>
> "A filha de Clayton, a estudante Maria Eduarda Leão, 10 anos, também ficou satisfeita com o que viu. A garota se divertiu tentando despertar diferentes reações no boneco. - Achei o máximo. Parece mesmo uma bailarina, comparou". (trecho da entrevista da jornalista Bárbara Vasconcelos ao Correio Brasiliense - 2013).

5 Conclusões

A produção da obra de arte robótica apresentou muitas dificuldades. Dentre elas, destaca-se: (1) este tipo de obra requer conhecimentos tecnológicos de áreas diferentes; (2) este tipo de obra necessita de recursos físicos e financeiros; (3) este tipo de obra consome muito tempo de produção. Além dessas três dificuldades relacionadas à produção, pode-se constatar também que este tipo de obra não é facilmente comercializável e, ainda, não é comum no mercado de arte no Brasil.

A solução encontrada para a produção da obra Cacotecnia, objeto de uma pesquisa em Arte e Tecnologia, foi a associação entre artistas e engenheiros e a execução realizada dentro da Universidade. O ambiente acadêmico possui as vantagens de ser interdisciplinar, possibilitar a realização de atividades experimentais e facilitar o acompanhamento e avaliação de cada etapa do processo de produção. A proposta de criação do robô foi adotada como parte do processo de ensino-aprendizagem dos estudantes, em disciplinas integradoras, com a aplicação de metodologia PBL, e envolveu desta forma a integração entre pesquisa, ensino e extensão. Os resultados obtidos desta parceria entre o Instituto de Artes e a Faculdade de Tecnologia podem ser classificados quanto: (1) aos conhecimentos adquiridos pelos estudantes, que foram evidenciados nas soluções encontradas para resolver os problemas que surgiram ao longo do desenvolvimento do projeto; (2) ao desempenho dos estudantes em relação às habilidades transversais desenvolvidas no projeto; (3) ao produto gerado pela equipe, o robô da obra Cacotecnia.

Referências

Carvalho, P. M. V. M. (2007) Gestão de projectos interdisciplinares em equipas de alunos. Universidade do Minho.

Lima, R. M., Carvalho, D., Flores, M. A. e Janssen, N. V. H. (2006). Case study on project led education in engineering: Students and teachers perceptions. European Journal of Engineering Education, 1:1–11.

Martin, F. Kim, H. J., Silka, L., and Yanco, H., Coluntino, D. (2007). Artbotics: Challenges and Opportunities for Multi-Disciplinary, Community-Based Learning in Computer Science, Robotics, and Art.

Mondada, F., Legon, S. (2001). Interactions between art and mobile robotic system engineering evolutionary robotics. Lecture Notes in Computer Science Life: From Intelligent Robotics to Artificial. Springer Berlin Heidelberg Publisher, 2217 series, pp. 121-137.

Powell, P.C. & Weenk, W. (2003). Project-led engineering education. Lemma: Uttrecht.

Santana, A. C. (2009). Uma metodologia para a implantação da aprendizagem orientada por projetos, na engenharia, com foco nas competências transversais. Tese (Doutorado). Faculdade de Tecnologia, Universidade de Brasília.

Vasconcelos, B. (2013). A desconstrução da Bailarina. Correio Brasiliense.

Viana, D. M., Silva, M. F. S., Santana, A. C. Abdalla Junior, H. (2011). Including integrating projects in engineering curricula". WSEAS Transactions on Advances in Engineering Education.