

VIABILIZANDO UMA PRODUÇÃO DE OBRA DE ARTE ROBÓTICA POR MEIO DE METODOLOGIA DE APRENDIZAGEM BASEADA EM PROJETOS

Julia Ghorayeb Zamboni, juliaghorayeb@yahoo.com.br
Instituto de Artes, UnB

André Luiz Gonçalves Paiva, apaiva90@gmail.com
Instituto de Geociências, UnB

Gabriel Gomes Gaspar, gabriel.g.gaspar@hotmail.com
Flávio Vidal, fbvidal@gmail.com
Dep. Ciência da Computação, UnB

João Gabriel Gomes, joao_unb_enm@hotmail.com
Felipe de Oliveira Ferreira, felipeoferreira@hotmail.com
Nathan Costa Alves Souza, nathansouza110@gmail.com
Paulo Henrique Marques de Oliveira, paulohenriquemo@gmail.com
Jones Yudi Mori Alves da Silva, jones@unb.br
Dianne Magalhães Viana, diannemv@unb.br
Dep. Eng. Mecânica, UnB

Maria Luiza Pinheiro Guimarães Fragoso, malufragoso@gmail.com
Dep. Comunicação Visual, EBA, UFRJ

Resumo. *A produção de obras de arte robóticas costuma ser uma prática interdisciplinar. A robótica é uma área de estudos que geralmente envolve engenheiros, cientistas da computação, matemáticos, biólogos, psicólogos e outros profissionais. Recentemente, a formação de parcerias com engenheiros e profissionais de outras áreas é cada vez mais comum entre os artistas, apesar da constituição de equipes interdisciplinares para a produção de obras de arte robóticas ser ainda um desafio. Uma equipe interdisciplinar pode ser apoiada no ambiente acadêmico por meio de uma metodologia de aprendizagem baseada em projetos (PBL). A aplicação da metodologia possibilita tanto a capacitação profissional dos envolvidos no processo por meio do desenvolvimento de um projeto real, quanto a produção da obra de arte, utilizando os recursos humanos e materiais disponíveis. No presente trabalho é apresentada uma obra de arte na qual um personagem robótico e interativo é capaz de reproduzir comportamentos humanos por meio da simulação de movimentos da face, da cabeça e da respiração. Esta obra de arte robótica é viabilizada por uma parceria entre a Faculdade de Tecnologia e o Instituto de Arte da Universidade de Brasília. São descritos os recursos que tornaram possível a realização da produção, como a formação da equipe interdisciplinar e do ambiente de projeto, a metodologia utilizada, aspectos da gestão do projeto e da equipe e o apoio institucional.*

Palavras-chave: arte robótica, interdisciplinaridade, PBL.

1. Introdução

Robôs móveis podem interagir com o mundo real, possibilitando a exploração de formas diferentes de percepção da arte. No entanto, a produção de obras de arte robóticas requer conhecimento técnico especializado e um projeto bem sucedido que exige forte interdisciplinaridade (MONDADA and LEGON, 2001).

A robótica é uma área de estudos que geralmente envolve engenheiros, cientistas da computação, matemáticos, biólogos, psicólogos e outros profissionais. Nas artes, a formação de equipes constituídas por integrantes de áreas diferentes é uma premissa que quase sempre esteve ligada à produção teatral, pois o teatro muitas vezes depende de diversos profissionais e técnicos, tais como o diretor, os atores, o cenógrafo e figurinista, o iluminador, entre outros.

A proposta de formação de equipes interdisciplinares para a produção de obras de arte robóticas pode ser endossada no ambiente acadêmico por metodologias de aprendizagem baseadas 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, de acordo com Mondada and Legon (2001), “a adição de restrições artísticas acrescenta uma nova dimensão ao problema de engenharia e reforça a necessidade de uma abordagem coerente com o projeto”.

A abordagem orientada por projeto utilizada no presente trabalho se fundamenta nos trabalhos de Powell e Weenk 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 (POWELL E WEENK, 2003).

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 é viabilizada por uma parceria entre a Faculdade de Tecnologia e o Instituto de Arte da Universidade de Brasília. Neste trabalho, são descritos os recursos que tornaram possível a realização da produção, como formação da equipe interdisciplinar, a metodologia PBL, a gestão do projeto e da equipe e o apoio institucional.

2. Sobre obras de arte robóticas

Uma vez que um artista decide desenvolver um projeto de arte robótica, ele faz escolhas que afetam a expressividade da obra. As principais variáveis neste tipo de obra são a configuração do corpo, a configuração do comportamento, a configuração do ambiente e o tipo de sequência. O tipo de sequência aqui considerado será com base na interatividade, mas também pode ser em série, em *looping* ou aleatória. O Quadro 1 mostra uma síntese destas variáveis.

Configuração do corpo

O estudo das formas que os robôs podem assumir definem configurações, antropomórficas, zoomórficas ou mecanomórficas. A partir da forma dos seus corpos e dos materiais com os quais eles são feitos, estes entes podem evocar significados muito diversos. Entretanto, os personagens robóticos não precisam ser antropomórficos ou zoomórficos para parecerem criaturas vivas. Muitos artistas preferem criar robôs não miméticos em relação aos seres humanos, de forma que trabalham intensamente em sua movimentação e modelagem comportamental para criar a ilusão de vida.

Os graus de antropomorfismo variam muito nas obras robóticas e são definidos de acordo com a intenção do artista, o tipo de questionamentos que ele pretende gerar e o efeito desejado para a cena que será criada.

Configuração do comportamento

Para que a máquina possa simular a vida a partir dos seus movimentos, a animação, por meio da programação de suas ações, deve ser baseada nos mecanismos sensoriais e nas formas de comunicação dos seres vivos, que podem ser verbais ou não verbais, como a fala, as posturas e as expressões faciais. Os comportamentos representados pela máquina são gerados a partir de respostas às motivações externas, como por exemplo, dos espectadores e, por motivações internas programadas para conferir características psicológicas para o personagem. É possível que possam ser geradas respostas diferentes para estímulos externos iguais. Desta forma, os robôs são capazes de representar criaturas com personalidade e assumir características de seres assustados, carentes, sexuais e principalmente, autônomos.

Configuração do Ambiente

A ambientação das obras robóticas pode variar muito. A escolha do espaço também irá sugerir conceitos e estéticas distintas. As encenações robóticas podem ocorrer em espaços como o palco convencional, em ambiente de imersão, os espaços de galerias e os espaços públicos, como as ruas. Quando personagens robóticos atuam em palcos convencionais, a plateia fica imóvel e interage pouco com a obra. Quando são instalados em ambientes fechados e controlados permitem que o espectador ocupe o espaço cênico ativamente de forma a imergir na realidade do personagem e modificá-la. Por outro lado, a opção de tirar o robô do mundo ficcional e inseri-lo nos espaços públicos cria uma mudança na nossa percepção da realidade. Neste caso, já não se trata de produzir uma realidade ficcional e sim de criar uma intervenção na realidade.

Quadro 1: Variáveis que afetam a expressividade da obra.

Elementos Composicionais		Recursos Expressivos			Tipo de Sequência			
Configuração do corpo		Relação com personagem	Formal	Zoomórficas	Aleatória	Em série	Looping	Interatividade
				Mecanomórficas				
Configuração do comportamento			Material					
			Sonorização	Sinais paralinguísticos Sinais linguísticos				
Configuração do ambiente		Relação com ambiente	Movimento	Gestalt Animação				
			Teatro Tradicional	Sonorização	Música, Informação sobre o ambiente			
		Galeria		Movimento	No cenário, Ambiente em transformação			
Rua								

Interatividade

Em obras de arte robóticas a utilização da interatividade é um dos meios utilizado pelos artistas para ampliar o efeito de ilusão de estar em contato com um personagem

autônomo. A interação entre a obra de arte e o público tem sido amplamente explorada por artistas contemporâneos que trabalham com tecnologia. Neste tipo de obra o espectador pode ter acesso a respostas diferentes do sistema, dependendo da forma como ele agir. A interatividade proporciona à audiência uma ampliação de sensibilidade e um despertar de curiosidade, uma vez que quem interage penetra na obra e pode intervir diretamente sobre ela. Assim o espectador percebe a obra não apenas visualmente, mas também sensorialmente.

Normalmente os robôs não podem ser totalmente controlados pelos interatores, pois dentre determinado número de ações disponíveis, elas muitas vezes são escolhidas por um processo aleatório. Neste caso, a atuação desempenhada não ocorre com roteiro fechado e sim, com uma série de ações pré-definidas, escolhidas a partir da relação estabelecida com o espectador.

3. Apresentação da obra

As variáveis que definem a obra são: configuração antropomórfica, comportamento utilizando recursos de sonorização e movimentos da face, da cabeça e do tórax e, ambiente de galeria, tipo de sequência baseada na interatividade.

A proposta da obra é criar no público a expectativa de que irá assistir a um evento lúdico apresentado por um boneco robótico e surpreender este público com a falta de desenvoltura do personagem, que fica tímido perante a audiência. Pretende-se que o comportamento interativo do personagem robótico seja cativante e convincente, ainda que diferente do esperado.

O personagem humanoide ficará exposto no interior de um ambiente formado por biombo com duas possíveis entradas para o observador, à esquerda e à direita, conforme esboço mostrado na Fig. 1. Para simular a percepção visual do personagem de forma que ele estabeleça contato com o público, será possível mexer os olhos e o pescoço para olhar na direção de um espectador. Contudo, em vez de entreter continuamente este espectador, o personagem poderá dormir parte do tempo. Quando ele estiver acordado, por vezes reagirá como se tivesse medo da audiência ou entediado.

Para simulação de certa autonomia na atuação interativa com o espectador, as respostas do robô aos sinais deste não serão totalmente previsíveis, mas suas ações podem ser definidas da seguinte maneira: i) Quando o observador se aproximar do personagem pela frente, ele produzirá um movimento de respiração que demonstre calma; ii) Ao se aproximar pela lateral, ele irá respirar de forma mais acelerada, aparentando medo; iii) Quando a pessoa se aproximar por trás do personagem, ao chegar a determinada distância, ele se movimentará como alguém que leva um susto; iv) Em determinados momentos, o personagem aparentará dormir (respirar lenta e profundamente, com os olhos fechados), de forma que ele não responderá à presença das pessoas.

A respiração foi escolhida como elemento principal a ser desenvolvido, inclusive com efeitos de sonorização, porque no teatro de bonecos é considerada como o movimento mais importante para denotar sinal de vida em um personagem e reflete o seu estado emocional. Já o foco do olhar representa o estado mental do personagem. A visão é um dos sentidos pelo qual se percebe o mundo e é através desta ilusão da

percepção do personagem por parte do espectador que permite que ambos permaneçam em contato.

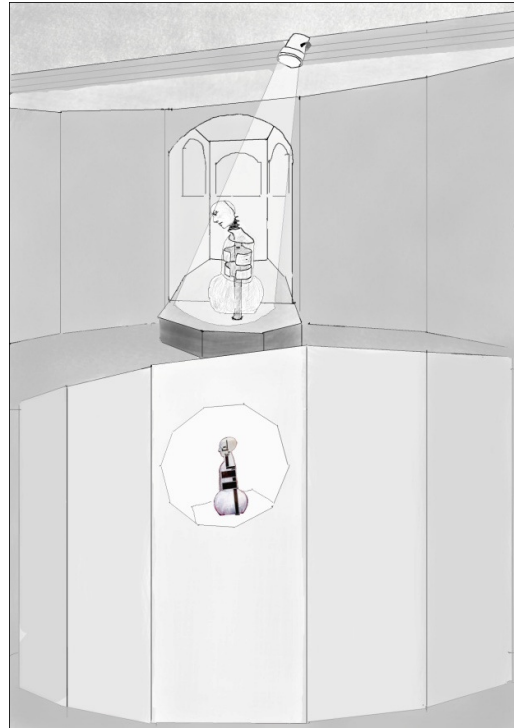


Fig. 1: Desenho do ambiente com personagem.

4. Sobre o processo de produção

A produção de uma obra de arte robótica requer a inter-relação dos três campos de conhecimento de acordo com a Fig. 2: Arte, Engenharia e Computação. Cada qual fornece restrições ou requisitos para o outro (área de interseção) 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.

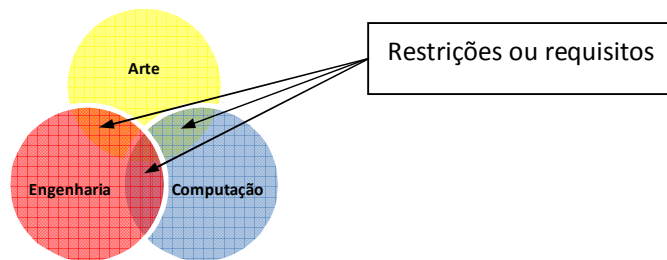


Fig. 2: Inter-relação entre campos do conhecimento.

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 solução proposta nesta pesquisa em relação ao conhecimento técnico especializado consiste na formação de equipes de trabalho dentro e fora do meio acadêmico. O ambiente acadêmico possui as vantagens de ser interdisciplinar, possuir experiências em atividades empíricas e um sistema de investigação próprio. Desta forma, a concepção do projeto artístico é realizada por profissional artista orientada por professoras da área de Artes, o projeto do ambiente é executado por equipe de arquitetura contratada e os projetos de engenharia e de computação são desenvolvidos por uma equipe de estudantes orientados por professores das áreas tecnológicas envolvidas.

O número de membros discentes na equipe 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 e de graduação e pós-graduação em Arte, esta última, como tutora. Participam também 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 UFRJ.

A estratégia utilizada para a elaboração dos projetos de engenharia e computação consiste na criação de um ambiente para desenvolvimento do projeto, construído a partir de disciplinas de graduação que fornecem a base de conhecimentos necessários, metodologias de projeto que permitem uma organização no planejamento e execução do projeto e, apoio institucional para prover os recursos físicos e financeiros necessários à execução do projeto. Além disso, o uso de metodologias de aprendizagem baseada em projetos se faz necessário, pois estabelece como prioridade neste processo a capacitação do estudante por meio da construção de conhecimentos técnicos e não técnicos durante a elaboração do projeto.

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 concedeu uma bolsa de pós-graduação para a estudante de mestrado autora da proposta deste trabalho; 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 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.

O projeto foi planejado para ser finalizado em um prazo de dois anos dividido em 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).

5. Metodologia aplicada na primeira fase

As etapas “Projeto Preliminar” e “Projeto Detalhado” foram executadas na primeira fase, em dois semestres letivos com apoio das disciplinas integradoras Projeto Integrador 1 e 2, nas quais foi aplicada a metodologia de aprendizagem baseada em projetos detalhada por VIANA et al. (2011).

Definido o tema do projeto “Desenvolvimento e construção de um personagem robótico”. Disciplinas das matrizes curriculares de cursos de graduação, ou “disciplinas-base” são escolhidas para constituírem a base de conhecimentos necessária para o desenvolvimento do projeto, no caso, Mecânica 2, Projeto de Máquinas, e Visão Computacional. O tema do projeto é apresentado em sala de aula e os estudantes são convidados a participarem do projeto, matriculando-se em uma disciplina integradora, Projeto Integrador. Os professores das disciplinas participam na orientação, supervisão e avaliação das atividades - um dos quais atuará como coordenador geral do Projeto Integrador - e os alunos participam como executores dos projetos.

A estratégia pedagógica de ensino-aprendizagem usa conceitos de projetos, incluindo o ciclo de desenvolvimento de trabalho, estruturação de documentação, identificação das regras e responsabilidades, apoiados por ferramentas de comunicação e de controle e acompanhamento de projetos. As disciplinas Projeto Integrador 1 e 2 são executadas em três etapas: pré-projeto, projeto e pós-projeto.

A etapa pré-projeto é executada antes do início do semestre letivo pelos professores e consiste na definição dos recursos necessários à implementação do projeto. Como resultado é elaborado um Plano de Ação que será apresentado aos estudantes no início das aulas, ou no início da etapa projeto.

Na etapa projeto, o problema proposto é executado pelos grupos durante o semestre, em aproximadamente 15 semanas. Os estudantes, tutores e os professores fazem parte dessa fase. Esta etapa é subdividida em cinco subetapas com objetivos definidos para um melhor controle gerencial: *iniciação*, *planejamento*, *execução*, *monitoração* e *finalização*.

A subetapa *iniciação* está relacionada a atividades básicas como a apresentação da metodologia de trabalho, formação da equipe de projeto e orientações sobre os procedimentos para iniciar o trabalho. O Termo de Concordância (regras de condutas), e o Termo de Abertura (informações gerais sobre o projeto, entregas e atribuições do grupo) são definidos e escritos pelo grupo. Essa fase tem duração de três semanas.

Na subetapa *planejamento*, a equipe prepara um documento homônimo que contém informações sobre definições, preparação, integração e coordenação de atividades que serão necessárias ao projeto. Orientações sobre ferramentas de controle, monitoramento e gerenciamento de projetos são ministradas.

Durante a *execução*, o grupo busca atingir os objetivos definidos no Plano de Projeto o que envolve a coordenação do trabalho, de pessoas e de recursos disponíveis. Esta fase tem duração de sete semanas.

A *monitoração* consiste na verificação e acompanhamento do projeto realizado, com base no que foi proposto no Plano de Projeto. São identificados problemas e procura-se auxiliar os estudantes com medidas de correção, sem, no entanto, dar soluções para o projeto. São realizados três encontros denominados Pontos de Controle ao longo do semestre, nos quais uma banca de professores avalia os resultados.

Na *finalização* são apresentados os resultados do projeto e entregue um relatório técnico. É realizada uma avaliação criteriosa pelos professores envolvidos no projeto, considerando resultados individuais e do grupo. São avaliados o produto, o processo de implementação do produto e o trabalho colaborativo. Esta fase dura uma semana.

O acompanhamento e a avaliação da aprendizagem e dos resultados técnicos realizados pela equipe de professores ao longo do processo de desenvolvimento do projeto são feitos com auxílio de formulários elaborados para este fim, de relatórios individuais de atividades, relatórios técnicos detalhados a cada seis meses e por meio de reuniões mensais com os estudantes.

6. Metodologia aplicada na segunda fase do projeto

Após os dois semestres letivos envolvendo as disciplinas de graduação, o projeto passou a ser vinculado a um projeto formal de extensão para realização das etapas “Detalhamento da Execução” e “Construção e Testes”, o que possibilitou a concessão de créditos aos estudantes participantes, assim como a participação em editais internos da Universidade para obtenção de recursos financeiros.

Nestas etapas, o acompanhamento das atividades dos estudantes de graduação continuou a ser realizado por uma equipe constituída por professores e tutora. É realizado um controle mensal pela coordenadora do projeto, com auxílio da tutora dos estudantes, acerca das atividades desenvolvidas. Os demais professores auxiliam na orientação quando solicitados pela equipe.

Todo o planejamento do projeto foi revisto estabelecendo-se novos marcos para entregas conforme mostrado na Fig. 3. O ponto azul define o início da segunda fase do projeto, na qual um novo plano de projeto é apresentado. Os pontos vermelhos definem as avaliações semestrais acerca do andamento do projeto. Os pontos verdes definem os eventos de divulgação dos trabalhos realizados. A finalização do projeto envolve a entrega de relatório final e do produto testado.

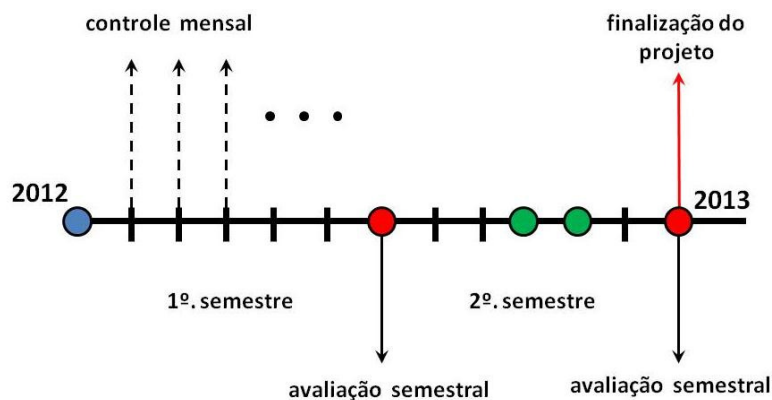


Figura 3: Esquema da segunda fase do projeto.

7. Resultados Obtidos

Dizem respeito ao desenvolvimento e construção do personagem robótico e todos os seus subsistemas descritos a seguir.

Corpo e Cabeça

A aparência externa do corpo e da cabeça foi baseada em uma das bailarinas do Triadic Ballet de Oskar Schlemmer, Fig. 4.

A cabeça, Fig. 5a, inicialmente foi modelada em argila para que, em seguida, fosse construído um molde de gesso da peça. O molde foi utilizado para fundir a forma do rosto no látex, que é um material flexível, portanto, adequado à movimentação da peça.



Figura 4: Desenho do figurino baseado em uma das bailarinas Triadic Ballet.

Olhos

Para obter a movimentação dos globos oculares do personagem dentro da faixa de movimentos dos olhos humanos, foi elaborado um sistema de servomecanismos com reduções de velocidade controladas. O sistema consiste de dois servomotores TGY-90s, fixados por um arame fino de aço 1020 a duas “ball-links”, uma junta esférica, onde por movimento rotacional do motor, consegue virar os olhos para os lados e para cima. Para o movimento rotacional dos olhos na direção vertical dos foi adicionado um suporte deslizante com trilhos e mola. As pálpebras são controladas por meio de um arame de aço e por outros dois servomotores da mesma marca, fixados abaixo da plataforma onde estão posicionados os olhos.

O controle dos servomotores é realizado por meio de circuito USB Mini Maestro de 24 canais. Este controlador dá suporte USB para conexão direta a um computador e possibilita o uso de script interno para aplicações independentes de controle por host. Cabe observar que este circuito também faz o controle do pescoço e, numa fase posterior, será usado para o controle da movimentação dos músculos da face.

Os servomotores são acionados por sinal PWM, variando o tempo de pulso entre 1 ms a 2 ms, dentro da faixa de posição angular de 0 a 180 graus. O sistema desenvolvido possibilita o movimento acoplado e, assim, é capaz de representar o movimento angular dos olhos. Utilizando a linguagem script do circuito Mini Maestro, é possível detectar o espectador que se aproxima e emitir como resposta do personagem o movimento dos olhos.

Pescoço

O pescoço mecânico, Fig. 5d e Fig.5e, é composto por várias chapas de aço 1020 finas, com base no modelo de uma coluna vertebral, apoiadas por esferas vazadas pelas quais passa um fio de aço que mantém as chapas alinhadas. Nas extremidades há cabos de aço com espaçadores de tubos de silicone, os quais mantêm o alinhamento do pescoço quando os servos estão sem atuar e possibilitam inclinar a estrutura quando atuados em conjunto. A flexibilidade e a possibilidade de realização de movimentos combinados demonstram que este sistema aparenta ser mais assemelhado ao pescoço humano do que a versão anterior do protótipo, Fig. 5b e Fig. 5c.

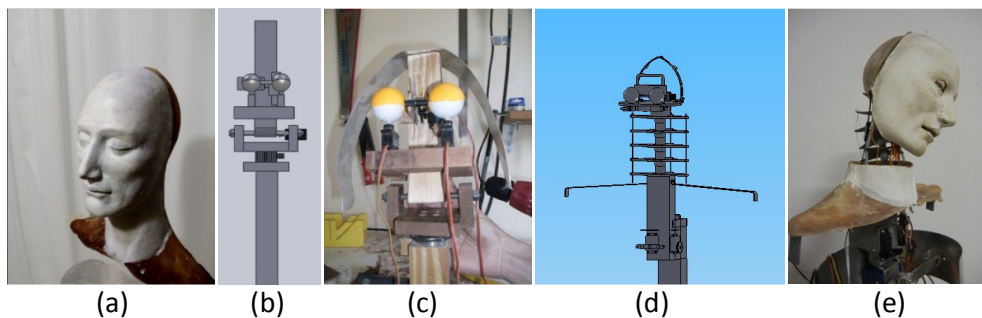


Figura 5 – (a) Rosto em látex; (b) Desenho da estrutura da cabeça e pescoço; (c) Estudo da estrutura da cabeça em madeira; (d) Nova concepção da estrutura da cabeça e pescoço; (e) Cabeça e pescoço com a nova concepção.

Tórax e respiração

Para simular a respiração do personagem, foi construída uma estrutura de alumínio aludindo à forma do esqueleto humano, em particular, da coluna vertebral e costelas, Figura 6. Dentro da estrutura são inseridos os motores que funcionam com uma frequência pré-determinada para simular a respiração humana. Cada motor elétrico aciona um rotor conectado a duas hastes que, por fim, conectam-se diretamente às costelas. Neste caso, o movimento de giro do motor promove a expansão das costelas (deformação elástica) por serem fabricadas em lâminas flexíveis.

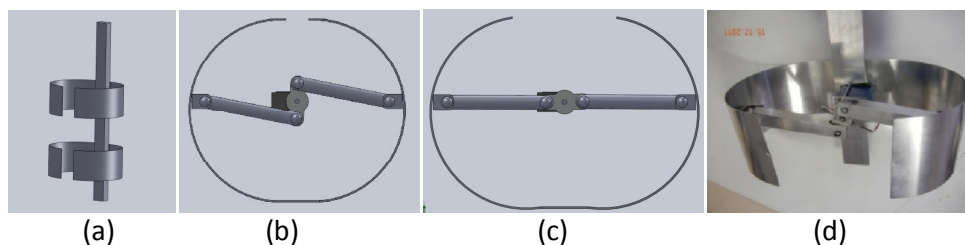


Figura 6 – (a) Estrutura do tórax; Mecanismo de simulação do movimento (b) de contração; (c) de expansão; (d) Mecanismo em alumínio.

Programação e visão computacional

Para gerar a interatividade do personagem, foram necessárias a implementação de três etapas: reconhecimento do ambiente, interpretação de estímulos e codificação das reações. Na Figura 7 é mostrado um esquema do processo explicado a seguir. A integração da visão computacional no projeto seria justamente dar dados sobre o posicionamento de pessoas na cena e, ainda, ser capaz de aferir uma aproximação destas em relação ao modelo. Ao se trabalhar com programação para processamento de imagens, há diversas linguagens com funções predefinidas para diversas manipulações tanto de vídeos quanto de imagens. Alguns exemplos são C/C++, Python e MATLAB. No entanto, para diversas aplicações, opta-se por se utilizar C/C++, devido a velocidade de processamento nestas linguagens, que são de mais baixo nível. Na linguagem C, comumente utiliza-se biblioteca de funções OpenCV para tais processamentos.

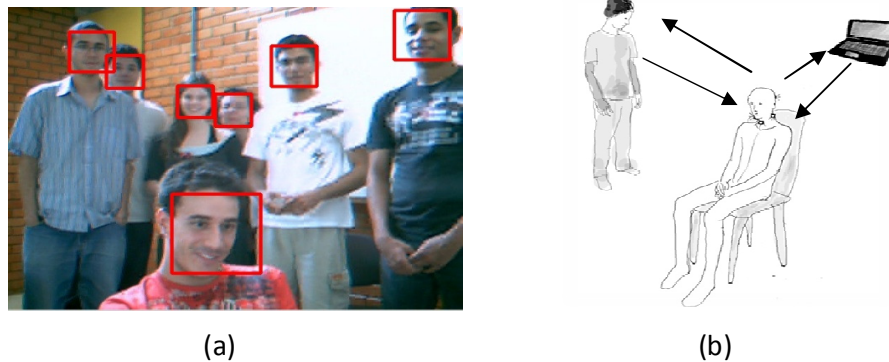


Figura 7 – (a) Detecção de face; (b) Atuação interativa.

A biblioteca OpenCV possui diversos exemplos de sua funcionalidade em seus diretórios. Um deles é a rotina `facetedect.c`. O algoritmo desta rotina se utiliza da imagem da webcam para desenhar retângulos na imagem referentes a localização de faces e, assim, mostrar na tela tal imagem. Para isso é utilizado um algoritmo chamado Haarlike Features, que realiza um tipo de template-matching – basicamente, uma busca de uma imagem em outra se utilizando de subtrações ou outras operações – unido a um classifier cascade (em tradução livre: classificador em cascata). Esse classifier cascade é, em essência, um conjunto de imagens em treinamento constante que servirão de base para o templatematching, atualizando-se constantemente e, assim, tornando a busca de faces robusta, uma vez que se adapta a variações de iluminação e tamanho.

O processamento ocorre em tempo real de imagens. Os dados do ambiente são captados pelas câmeras na forma de sinais de imagens, nos quais se buscam padrões. A interpretação de estímulos é realizada por meio do aplicativo desenvolvido, que é capaz escolher 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.

8. Conclusões

Várias ações contribuíram para viabilização da produção da obra de arte robótica, objeto do presente trabalho: o planejamento cuidadoso do projeto interdisciplinar, a constituição das equipes de trabalho, a obtenção de apoio institucional na forma de recursos financeiros, a criação de um ambiente para o desenvolvimento do personagem robótico e, principalmente os resultados obtidos pela equipe durante o processo de execução do projeto. Neste sentido está concretizado o personagem robótico de acordo com as especificações pertinentes à obra de arte robótica realizadas pela artista.

Cabe observar a importância desta proposta na formação dos estudantes uma vez que provê a contextualização de conteúdos de disciplinas teóricas, experiência prática, oportunidade de trabalhar em equipe interdisciplinar e a possibilidade de inserção de temas transversais relacionados ao projeto como as questões culturais e de comportamento associadas à Arte.

Referências Bibliográficas

CAMPOS, L. C., DIRANI, E. A. T., LOPES, J. A., PIALARISSI, P. R. ; WUO, W. PBL in the teaching of biomedical engineering: a pioneer proposal in Brazil. In: 1st Ibero-American Symposium on Project Approaches in Engineering Education, PAEE, Guimarães, Portugal, 2009.

DEMERS, L.P., VORN B. Real artificial life as an immersive media. In: 5th Biennial on Art&Technology, Connecticut, 1995.

DEMERS L. P., Horakova J. Anthropocentrism and the staging of robots. In: Transdisciplinary Digital Art: Sound, Vision and the New Screen. CCIS (Communications in Computer and Communication Science), Springer Verlag, 2008.

LICHTE, E. Fischer. The semiotics of theater. Translated by Jeremy Gaines e Doris L. Jones. Bloomington and Indianapolis. Indiana University Press, 1992.

MONDADA, F., LEGON, S. 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, 2001.

NÓBREGA. Christus M. Arte Robótica: Criação de Vida Artificial para uma Sociedade Pós-Biológica. Dissertação de mestrado. Brasília: UnB/IdA, 2006

POWELL, P. C. & WEENK, W., Project-led engineering education. Lemma: Utrecht. 2003.

VIANA, D. M. ;SILVA, M. F. S. E.;SANTANA, ADRIANO C.;ABDALLA JUNIOR, H. Including integrating projects in engineering curricula”. WSEAS Transactions on Advances in Engineering Education, 2011.