

Flávio Gomes de Oliveira, Rosane Martins de Oliveira \*

# O programador como animador: Interfaces possíveis entre animação e programação por meio do uso de placas Arduíno para produção de Animatronics



Flávio Gomes de Oliveira é professor do Curso de Design Gráfico da Faculdade de Artes Visuais da Universidade Federal de Goiás, Doutor em Arte e Cultura Visual, atua principalmente na área de Design Gráfico com pesquisas em animação, animação em stop motion, interações diversas, Arduíno, automação e jogos.

[flaviogomes@ufg.br](mailto:flaviogomes@ufg.br)

ORCID: 0000-0003-0875-5929

**Resumo** Este trabalho se configura como um relato de produção de um personagem do tipo *animatronic* para utilização no filme de animação: “Vida de Boneco”, vencedor do Grande Prêmio do Cinema Brasileiro de 2017 na categoria melhor curta metragem de animação. Além de explicitar o processo de produção, será feita uma pequena discussão sobre o uso de sistemas embarcados, mais especificamente a placa Arduíno como base para produção deste tipo de personagem, apresentando as possibilidades de uso, as vantagens e os problemas. Este tipo de personagem traz uma possibilidade nova de performance para o personagem, podendo ser feita por meio de uma programação antecipada de todas as possibilidades de ações possíveis ou por meio de um código único, que após acionado, permite uma sequência inteira de ações performáticas, transformando o programador em um animador.

**Palavras chave** *Animatronics, Animação, Arduíno, Stop-motion.*

Rosane Martins de Oliveira é especialista em Mídias na Educação, graduada em psicologia com atuação em psicotecnologia, ensino a distância e presencial e informática para terceira idade.

<ros.psycol@gmail.com>

ORCID: 0000-0002-0886-188X

### **The programmer as an animator: Possible interfaces between animation and programming through the use of Arduino boards for the production of Animatronics**

**Abstract** *This work is configured as a production description of an animatronic character for use in the animated film: “Vida de Boneco”, winner of the 2017 Brazilian Cinema Grand Prize in the category of best animated short film. In addition to explaining the production process, there will be a small discussion about the use of embedded systems, more specifically the Arduino board as a basis for producing this type of character, presenting the possibilities of use, advantages and problems. This type of character brings a new possibility of performance for the character, being able to be made through an advance programming of all possible action possibilities or through a unique code, which after triggered, allows an entire sequence of performance actions, turning the programmer into an animator.*

**Keywords** *Animatronic, Animation, Arduino, Stop motion.*

### **El programador como animador: Posibles interfaces entre animación y programación mediante el uso de placas Arduino para la producción de Animatronics**

**Resumen** *Esta obra se configura como un relato de producción de un personaje animatrónico para su uso en la película animada: “Vida de Boneco”, ganadora del Gran Premio de Cine Brasileño 2017 en la categoría de mejor cortometraje de animación. Además de explicar el proceso de producción, habrá una pequeña discusión sobre el uso de sistemas embebidos, más específicamente la placa Arduino como base para producir este tipo de personaje, presentando las posibilidades de uso, ventajas y problemas. Este tipo de personaje trae una nueva posibilidad de actuación para el personaje, pudiendo realizarse mediante una programación avanzada de todas las posibilidades de acciones posibles o mediante un código único, que luego de disparado, permite una secuencia completa de acciones de actuación, convirtiendo el programador en animador.*

**Palabras clave** *Animatronic, Animación, Arduino, Stop motion.*

## Arduino e sistemas embarcados

Arduino é uma placa com circuito integrado programável, de baixo custo que tem inúmeras funções, dependendo da programação dada através da linguagem C/C++. Foi criada em 2005 por 5 pesquisadores: Massimo Banzi, David Cuartielles, Tom Igoe, Gianluca Martino e David Mellism com o objetivo de usar um dispositivo funcional que permitisse que pessoas sem experiência pudessem programá-lo facilmente para diversos fins, principalmente na eletrônica, automação e robótica. (<https://www.arduino.cc/> acesso em 31/03/2020)

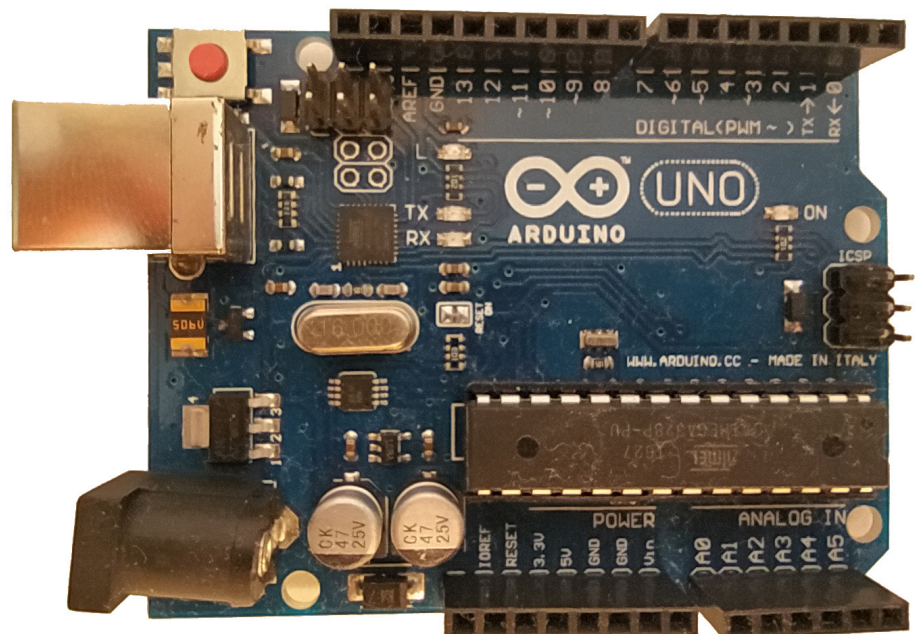


Fig 1. Placa de Arduino UNO,  
uma das placas mais populares  
Fonte: do autor (2021)

É um sistema embarcado, que funciona dentro de outro sistema, para reger ações e que tem por objetivo trazer inovação tecnológica a diversas tarefas do dia a dia, como automação e robótica, que tem consumo e tamanho reduzidos, preços acessíveis, possibilidade de verificação da programação e ajuste para determinada tarefa, trazendo confiança e segurança em seu uso. Esses sistemas são classificados em 4 tipos: Computação geral (vídeo games, por exemplo), Sistemas de controle (controle de vôo, reatores nucleares etc), processamento de sinais (aparelhos leitores de DVD, radares, sonares etc) e comunicação e rede (telefones celulares, *smartphones*, roteadores e modems para acesso a internet), e usam duas classes de processamento: microcontrolado e microprocessado.

Antes, para fazer um protótipo em eletrônica, era necessário fazer a placa do zero, fazendo estudos e experimentos até a placa estar pronta para receber a programação. Com o Arduino e a possibilidade de acoplar componentes, essa etapa foi otimizada, pois o indivíduo pode buscar um código na internet e modificá-lo de acordo com suas necessidades.

A placa inicial de arduino foi desenvolvida por Massimo Banzi e David Cuartielles. David Mellis desenvolveu o software inicial do Arduino baseado em Wiring (um programa código aberto para programadores, criado por uma equipe coordenada por Hernando Barragán, Brett Hagman e Alexander Brevig (<http://wiring.org.co/>), que tem, inclusive, uma página no facebook, onde os desenvolvedores convidam seus seguidores a testar atualizações para o programa e placas que desenvolvem (<https://www.facebook.com/Wiring.OpenSourceHardware/>) e colaboradores como Nicholas Zambetti. Tom Igoe, mestre em comunicações interativas, ficou com a orientação dos projetos baseados em Arduino e Giancarlo Martino foi o responsável pela construção e design do hardware.

O nome Arduino é em homenagem ao nome de um bar em Ivrea (uma comunidade na província de Turim, região italiana de Piemonte), o bar recebeu este nome na época que um dos reis da Itália comandava a cidade.

A Spark Fun electronics desenvolveu o Arduino Pro e o pro mini. Junto com Leah Buechley, criaram o Lily Pad Arduino, que pode ser costurado sob o tecido, com uma alimentação embutida, possibilitando roupas com sistema inteligente. Sensores e atuadores podem ser acoplados ao sistema. E com Shigeru Kobayashi, Arduino Fio foi criado (placa para aplicações wireless, que foi descontinuada).

As indústrias Adafruit auxiliaram no desenvolvimento do Arduino Micro (é parecido com o Arduino Nano, mas tem mais portas digitais e analógicas. Tem um formato compacto) e Gemma (uma placa vestível, pequena, com conector de liga desliga acoplado e uma porta micro usb para inserir a programação). A Telefônica ajudou a desenvolver o Arduino GSM Shield, com capacidade de enviar short messaging service, e serviços de dados, voz fax via internet. O Arduino Robot, desenvolvido pela Complubot, era como um pequeno computador sobre rodas e permite aprender sobre eletrônica, programação, mecânica, física e robótica.

Um dos dispositivos mais conhecidos é o Arduino Nano, que foi criado junto com a Gravitech. Com dimensões de 45X18mm, é uma placa pequena que pode ser usada diretamente em uma *protoboard*, facilitando a organização dos projetos e dos circuitos integrados, permitindo que um maior número de componentes seja ligado a ela na *protoboard*, pois ocupa espaço reduzido.

A ShareBot contribuiu para a criação do Arduino Materia 101, que é a impressora 3D oficial da Arduino, com o controlador Mega2560, ideal para pessoas que desejam começar a imprimir em 3D e é compatível com a maioria dos softwares gráficos existentes no mercado.

## Construindo um *animatronic* com Arduino

Entre os anos de 2013 e 2015 foi produzido o filme “Vida de Boneco”, o curta metragem era um experimento prático que compunha a tese do pesquisador Flávio Gomes. A proposta era produzir um *animatronic* totalmente funcional para compor uma das cinco sequências do filme. Em síntese, o filme, traz a história de um criador de bonecos que busca criar um boneco para lhe fazer companhia, e a cada nova experiência, cria um boneco mais funcional e envolvendo novas tecnologias, o primeiro boneco foi um boneco lúdico de tecido, o segundo, um fantoche de espuma, o terceiro foi uma marionete de madeira, o quarto boneco foi um *animatronic* alvo deste trabalho e por fim, o bonequeiro constrói um boneco à sua imagem, um boneco para animação em stop-motion.

Após pesquisar vários processos e materiais, além de toda a tecnologia das placas embarcadas para automação, foi escolhida a placa Arduino Uno para produção do *animatronic*, o processo de produção seguiu o seguinte processo metodológico:

- Elaboração de esboços e design inicial;
- Escolha dos materiais;
- Testes do processo mecânico;
- Projeto da carenagem e estrutura mecânica;
- Corte das peças no processo à laser;
- Montagem do protótipo;
- Programação;
- Captura dos movimentos.

### Elaboração de esboços e design inicial

A proposta deste *animatronic* era de representar um robô dentro do universo ficcional desenvolvido para o filme “Vida de Boneco”, neste sentido, foram usadas como referências para elaboração do design, três importantes robôs do cinema, o R2D2 da série “Star Wars” (1977, dirigido por George Lucas), o robô protagonista do filme “Um robô em curto circuito” (1989, dirigido por Kenneth Johnson) e por fim o pequeno “Wall-e” (2008, dirigido por Andrew Staton), protagonista do filme de mesmo nome.

O robô deveria simbolizar um robô funcional e não uma proposta de humanização da máquina, a proposta aqui era realmente buscar a funcionalidade sobrepondo a estética. Outro fator que levou a essa decisão estética foi as limitações técnicas, o Arduino UNO só possui 13 portas para inserção de motores, sensores, *leds* e servos, para produção de um robô do tipo humanoide, seriam necessárias mais portas o que implicaria em fontes de energia mais potentes e mais espaço para construção, encarecendo muito o projeto e inviabilizando a proposta.



Com base nestes estudos, foram feitos alguns esboços como pode ser visto na figura 2, esses desenhos buscam dar base para a composição estética do *animatronic* e também estudar a mecânica necessária para produção do mesmo.

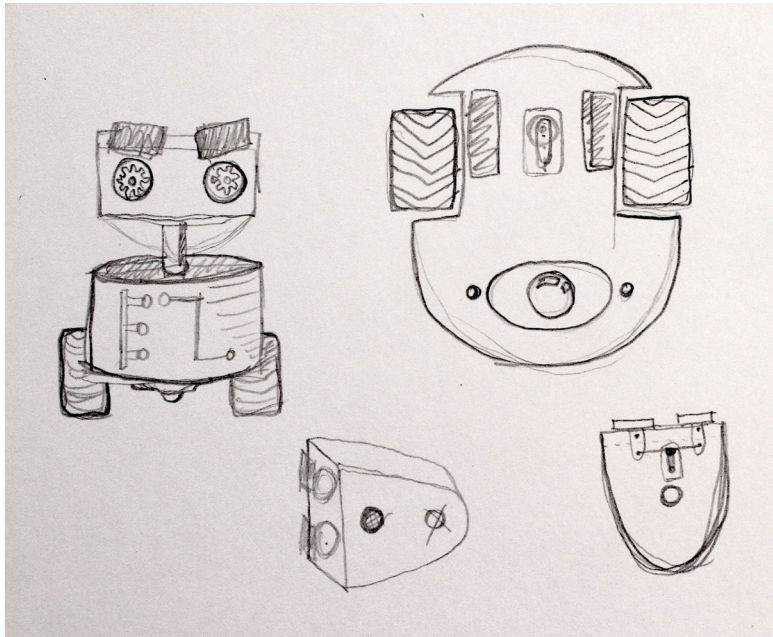


Fig 2. Primeiros esboços para produção do *animatronic* | Fonte: fotografia dos esboços do autor, 2016

### Escolha dos materiais

O material escolhido para produção deveria atender a alguns requisitos, possibilitar uma montagem estruturada, permitir um aspecto rígido, permitir manutenções de forma prática, abrigar toda a parte eletrônica e possibilitar a inserção dos LEDs, sensor infravermelho, motores e servos previstos para os movimentos do *animatronic*.

Foram feitos alguns testes com materiais como PVC, Acrílico e MDF, o que apresentou as melhores características para produção do *animatronic* foi o MDF, possibilita a colagem de forma simples, permite a inserção de materiais secundários como pequenas lâminas de PVC, parafusos, porcas e arruelas, além de ser de fácil manipulação, aceitar pintura com qualquer tipo de tinta e permitir corte a laser. Foi utilizado uma lâmina de MDF de 3 mm cortada de forma estruturada para criar as diversas peças que compõem o corpo do *animatronic*.

### Testes do processo mecânico

Antes de efetivamente partir para o corte a laser das peças, foram feitos alguns testes utilizando simulações das peças feitas em papelão no sentido de testar a viabilidade e funcionalidade das peças.

### Projeto da carenagem e estrutura mecânica

Após os testes e desenho das peças, partiu-se para o processo de corte das peças para montagem, na figura 3 pode-se visualizar o projeto de corte do *animatronic*, formado por mais de 40 peças com algumas peças reservas para possíveis manutenções. O projeto foi elaborado para permitir a inclusão de todos os elementos eletrônicos e mecânicos necessários para operação do *animatronic*.

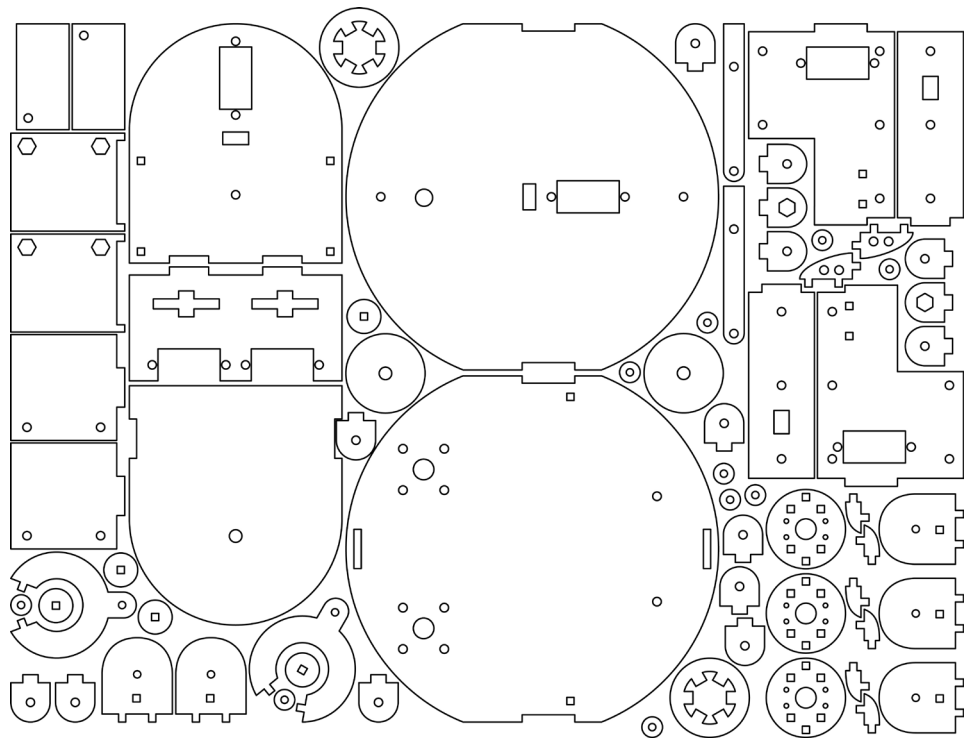


Fig 3. Projeto de corte das peças do *animatronic* para placa de MDF | Fonte: arquivo do autor, 2015

### Corte das peças no processo à laser

Por fim o material foi enviado para a empresa que fez o corte, o corte foi feito em uma máquina de corte a laser simples de grandes dimensões, utilizando um filete mínimo que reduz muito pouco a dimensão das peças e facilita a montagem.

### Montagem do protótipo

Após o corte, as peças foram coladas e parafusadas de forma a montar a estrutura básica do *animatronic*, foi inserida uma lâmina fina de PVC opaco de 0,8 mm na parte frontal do corpo para fechar o projeto e permitir a visualização mínima dos LEDs funcionais internos do Arduino e dos sensores a fim de criar um resultado estético com princípios tecnológico, foram inseridos os braços e feitas as ligações eletrônicas.

Além da placa de Arduino, o projeto conta com uma placa controladora composta por 4 relês para operação dos dois motores de impulso com redução, seis servos motores de 9g para movimentação das sobrançelas, olhos, pescoço e braços, um receptor infravermelho para receber o sinal do controle remoto, dois LEDs nos olhos, um Buzz pequeno para facilitar o processo de programação já que os sons do robô seriam adicionados na edição do filme, toda a fiação necessária para transmissão dos comandos, uma bateria de 9V para operação do Arduino, um kit de 4 pilhas AA para funcionamento dos motores e um cabo USB para transferência da programação. Na figura 4 pode-se ver como ficou a instalação final dos elementos dentro da carenagem.

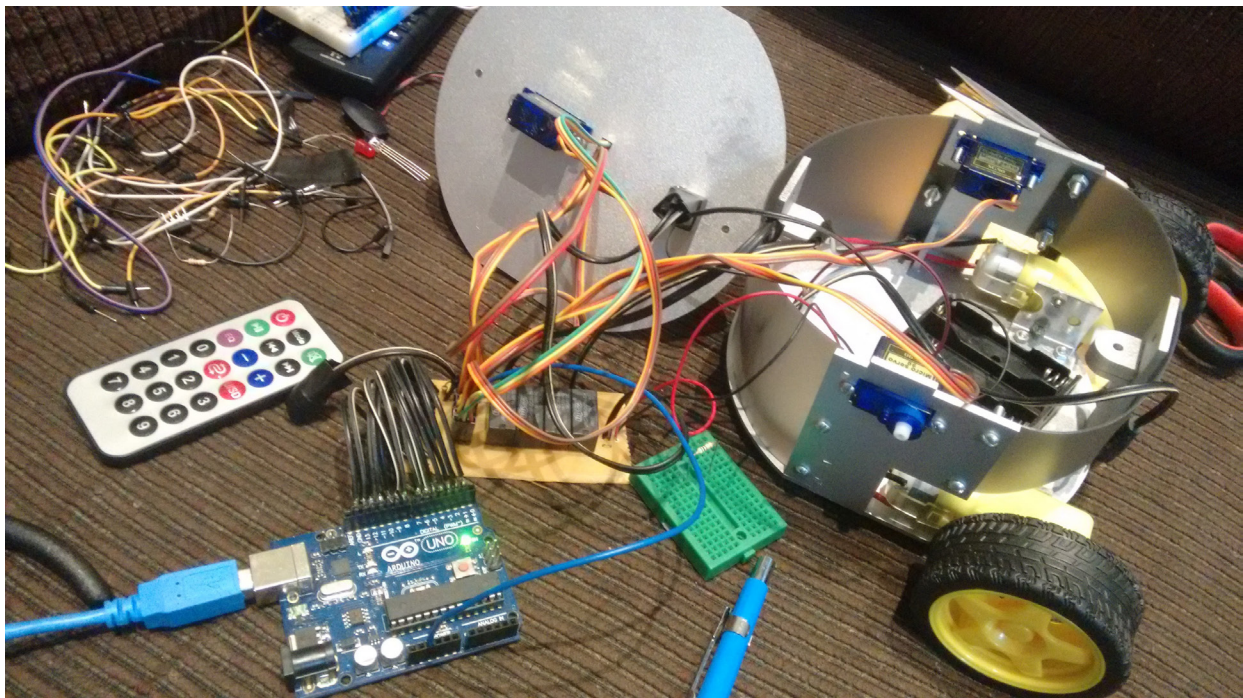


Fig 4. Montagem do animatronic e inserção das ligações e elementos mecânicos | Fonte: arquivo do autor, 2015



## Programação

A parte de programação foi feita utilizando a linguagem específica da IDE do Arduino, o processo de programação seguiu as seguintes etapas:

- Delimitação do código infravermelho das teclas do controle remoto;
- Definição dos movimentos de cada servo e associação dos movimentos às teclas específicas;
- Associação dos outros elementos eletrônicos às teclas de comando.

Após a programação foram executados alguns testes para verificar a funcionalidade do *animatronic*, após a verificação, foram elaborados alguns *scripts* especiais para executar ações completas e estes *scripts* foram associados a outras teclas do controle remoto.

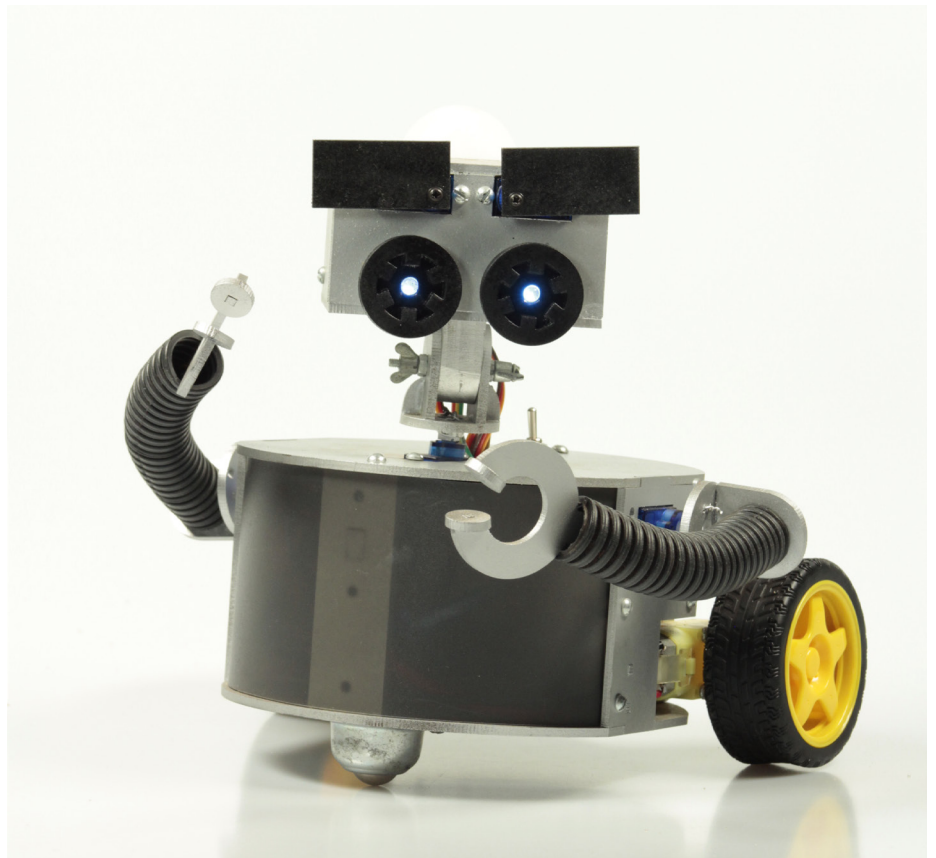


Fig 5. *Animatronic* finalizado e pronto para uso

Fonte: fotografia do autor, 2016

## Captura dos movimentos

Para captura dos movimentos, a câmera (Canon T3i) foi posicionada em um tripé, sem seguida, foi delimitado uma zona espacial de captura e o *animatronic* foi acionado, a partir deste momento, ele executava as ações e a câmera capturava os movimentos.

## O programador como animador

Dentro do processo de programação de um *animatronic* com as características do modelo apresentado, o programador se torna um tipo de animador que deve antecipar as ações performáticas do personagem e criar rotinas de programação que sejam capazes de se adequar às diversas situações para as quais o personagem atuará.

Em geral, um *animatronic* possui uma série de comandos que podem ser acionados por um ou vários *joysticks* ou rádios, os operadores posicionam o personagem em frente a câmera, e montam os movimentos por meio destes sistemas remotos de acionamento, esse processo exige a habilidade de um artista de marionetes, pois o operador do personagem precisa conhecer todos os comandos possíveis e trabalhar com eles durante o momento da encenação. Neste caso, já podemos considerar o manipulador como um animador que dá vida ao personagem frente às câmeras.

Porém, no modelo de *animatronic* aqui apresentado, foi utilizada uma outra lógica de funcionamento, durante o processo de programação, foram criados alguns *scripts* onde foram inseridos todos os movimentos do personagem, de forma que o mesmo pudesse executar estes movimentos em frente a câmera de forma automática, para tanto, no processo de programação foi necessário estudar o movimento, a interpretação e o tempo de duração do movimento para criar estes *scripts*, desta forma, pensando em uma linha de tempo, o *script* foi composto imaginando que o servo motor do pescoço deveria girar 70°, aguardar o espaço de tempo de 6 *frames*, girar novamente -70°, em seguida o motor de impulso deveria girar por meio segundo que representaria 15 *frames*, parar, o servo associado à sobrelha direita iria se deslocar por 30° enquanto o da sobrelha esquerda se deslocaria -30°, e estes movimentos durariam 5 *frames* o que em programação seria representado por um comando do tipo [*delay* (170);], sendo 170 a fração de 5 *frames* em 1 segundo que na programação é representado por [*delay*(1000);]. Enfim, o processo de programação é uma forma de animação antecipada dos movimentos do personagem.

## Conclusões e encaminhamentos

O processo de uso de uma placa embarcada para produção de um animatronic apresenta-se com um leque de possibilidades muito grande, porém, existem pontos positivos e negativos com relação a esse uso, dentre os pontos positivos do processo utilizado, vale a pena ressaltar a praticidade e a possibilidade de refazer o movimento dentro da programação até que o mesmo fique perfeito, da forma como foi programado, também vale a pena ressaltar a praticidade durante a captura dos movimentos, basta acionar o animatronic e deixar que o mesmo execute os movimentos. Dentre os pontos negativos pode-se destacar a dificuldade de trabalhar com um personagem humano, o tempo da animação pode ser muito mecânico/matemático, enquanto o tempo da atuação de um ator vai depender muito de seu processo artístico, não podendo ser limitado pelo artefato eletrônico, neste sentido, o sistema de script utilizando não seria a melhor proposta, e sim, uma atuação direta com animação em tempo real do personagem.

Concluimos que o uso da placa de Arduino para construção deste animatronic específico foi validada de forma exitosa e que a modernização destas placas e a possibilidade de integração das mesmas dentro de interfaces específicas do cinema como por exemplo o programa Dragonframe usado para animação em stop-motion, promete uma revolução muito boa no mercado cinematográfico, possibilitando interações homem/máquina em processos artísticos e interpretativos com possibilidades infinitas.

## Referências

- AYRES, Marcelo. Conheça a história dos robôs, UOL, 2007, disponível em <http://tecnologia.uol.com.br/ultnot/2007/10/01/ult4213u150.jhtm>. Acesso em 11 ago 2013.
- BAUDRILLARD, Jean. Simulacros e Simulação, Lisboa: Relógio d'água, 1981.
- DI FELICE, Massimo. Estéticas pós-humanistas e formas atópicas do habitar, *Metáforas da Arte*, 1 ed. São Paulo: MAC-USP, 2008, p. 79-97.
- GALILEU, <http://glo.bo/1qRxsTV>. [www.imdb.com](http://www.imdb.com), Internet Movies Database. Acesso em 10/08/2013.
- <https://www.facebook.com/Wiring.OpenSourceHardware/>
- <http://wiring.org.co/>
- <https://www.arduino.cc/> acesso em 31/03/2020
- KAC, Eduardo. *Art Journal*, Vol. 56, N. 3, College Art Association, New York, Fall 1997, pp. 60-67
- LOUREIRO, Tatiana. Asimov: Ficcionista e visionário do futuro, *Super Interessante*, novembro de 1993.
- OBRINGER, Lee. Como funciona o ASIMO, [howstuffworks](http://informatica.hsw.uol.com.br/asimo1.htm), <http://informatica.hsw.uol.com.br/asimo1.htm>. Acesso em 10 ago 2013.
- TYSON, Jeff. Como Funcionam os Animatrônicos. [Howstuffworks](http://lazer.hsw.uol.com.br/animatronicos1.htm), <http://lazer.hsw.uol.com.br/animatronicos1.htm>. Acesso em 10 ago 2013.

**Recebido:** 09 de outubro de 2020.

**Aprovado:** 25 de novembro de 2020.