

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DO RIO DE JANEIRO

Blogics!
Implementação e Avaliação de uma Ferramenta
Educativa para o Aprendizado Colaborativo de
Circuitos Lógicos

Eduardo Velloso

PROJETO FINAL DE GRADUAÇÃO

CENTRO TÉCNICO CIENTÍFICO - CTC

DEPARTAMENTO DE INFORMÁTICA

Curso de Graduação em Engenharia da Computação

Rio de Janeiro, dezembro de 2010



Eduardo Velloso

Blogics!

**Implementação e Avaliação de uma Ferramenta Educacional para o Aprendizado
Colaborativo de Circuitos Lógicos em Quadros Interativos**

Relatório de Projeto Final, apresentado ao programa Projeto de Graduação em Engenharia de Computação II da PUC-Rio como requisito parcial para a obtenção do título de Engenheiro de Computação.

Orientador: Hugo Fuks
Co-Orientadora: Denise Filippo

Rio de Janeiro
Dezembro de 2010.

Epígrafe (Opcional) – alguma frase que o autor deseje colocar; se não houver epígrafe, eliminar a página de epígrafe.

Agradecimentos

Se não houver agradecimentos, eliminar a página de agradecimentos

A fulano, por....

Resumo

Sobrenome, Nome do autor. Sobrenome, Nome do orientador. Título e subtítulo. Rio de Janeiro, ano. Número de páginas p. Relatório Final de Estágio Supervisionado II – Departamento de Administração. Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

Escrever aqui o resumo do trabalho em 10 linhas (espaço simples)

Palavras-chave

Listar aqui as palavras-chave

Abstract

Sobrenome, Nome do autor. Sobrenome, Nome do orientador. Título e subtítulo em inglês. Rio de Janeiro, ano. Número de páginas p. Relatório Final de Estágio Supervisionado II – Departamento de Administração. Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

Escrever aqui o resumo do trabalho em inglês em 10 linhas (espaço simples)

Keywords

Listar aqui as palavras-chave em inglês

Ensino de Engenharia da Computação

Muitos estudantes com uma aptidão aparente para a Ciência da Computação, muitas vezes, evitam escolher esta área como curso de graduação (Carter, 2006). Uma das possíveis razões para isto é a percepção incorreta que alunos possuem sobre o que é ser um cientista ou engenheiro da computação: muitos imaginam tais profissionais sentados em frente a um computador programando o dia inteiro. Portanto, um enorme desafio para o ensino da Ciência e Engenharia da Computação é motivar tais estudantes antes e depois que entram em um curso relacionado à Computação.

Além disso, muitos dos estudantes que efetivamente ingressam estes cursos não chegam ao fim. Por exemplo, estatísticas mostram que as taxas de evasão nos dois primeiros anos dos cursos de computação nos EUA variam de 20% a 60% (Sloan e Troy, 2008).

Mulheres são especialmente afetadas por este problema. Não apenas há mais homens do que mulheres em um fator de 4 para 1 (Hill et al., 2010), as taxas de retenção para mulheres são ainda menores (Margolis e Fisher, 2002). Algumas das razões apontadas para isso incluem a mitologia do “*nerd da computação*”, o número de homens em comparação ao de mulheres e a imagem da falta de pensamento criativo na Ciência da Computação (Sloan e Troy, 2008; Margolis e Fisher, 2002; Powell, 2008).

Algumas iniciativas no sentido de abordar este problema incluem, entre outras, o ambiente de programação baseado em *storytelling* Alice (Kelleher e Pausch, 2007), o kit de robótica LEGO Mindstorms (Klassner, 2002) e a linguagem de programação visual Scratch (Resnick et al., 2009).

Além destas, pesquisas indicam que cursos e oficinas de Wearable Computing e e-textiles são eficazes em introduzir conceitos de programação e eletrônica a iniciantes (Buechley et al., 2008; Lau et al. 2009). Estas são habilidades fundamentais para todo Engenheiro da Computação e precisam ser aprendidas e aperfeiçoadas desde o início do curso. Estas atividades também são recompensadoras, uma vez que ao final do projeto, os participantes constroem um sistema vestível funcional que eles podem mostrar às suas famílias e colegas. Lau et al. (2009) ainda sugerem que Wearable Computing é excitante e inspirador para estudantes, podendo motivar tanto homens quanto mulheres e que possibilita estudantes explorarem sua criatividade enquanto aprendem sobre eletrônica e programação.

Mahmoud (2005) sugere algumas medidas para aperfeiçoar a educação em Ciência da Computação que poderiam ser implementadas em um curso de Wearable Computing: ele oferece um conteúdo multidisciplinar, uma vez que os estudantes precisam considerar Eletrônica, Programação e Projeto de Moda para construir um protótipo; ele pode ajudar a melhorar a imagem da Ciência da Computação ao inseri-la no inusitado universo da Moda; ele pode tornar a Ciência da Computação mais atraente para mulheres e pode ser bastante divertido.

Ao mesmo tempo em que é interessante apresentar projetos envolvendo software e hardware, infelizmente, estudantes de primeiro ano chegam à Universidade com pouco ou nenhum conhecimento sobre portas lógicas e circuitos digitais, habilidades necessárias para montar os circuitos necessários para um projeto de Wearable Computing. Além disso, ferramentas de simulação tradicionais como Proteus (<http://www.labcenter.co.uk>) e LabView (<http://www.ni.com/labview>), são eficazes em simular uma grande variedade de componentes e circuitos integrados, mas podem se mostrar altamente complicadas para o iniciante. Por isso, matérias envolvendo Physical Computing ou Sistemas Embarcados são oferecidas após estudantes passarem por matérias como Circuitos Elétricos e Técnicas Digitais.

Para tornar possível um curso de Wearable Computing para estudantes de primeiro ano na PUC-Rio, foi desenvolvido Blogics!, um simulador de circuitos lógicos

voltado para iniciantes que traz elementos do mundo real na construção de circuitos de modo a transmitir conceitos básicos do projeto e implementação de circuitos.

Barker (2005) lista entre as abordagens para aumentar a retenção de mulheres na Ciência da Computação, aumentar a colaboração entre estudantes através de programação em pares. Sendo assim, tomando o sentido de que colaboração pode melhorar a retenção, a ideia é utilizar a ferramenta com um quadro interativo sensível ao toque em atividades realizadas por estudantes em pares, de modo que possam colaborar e aprender em conjunto como construir sistemas interativos simples envolvendo sensores e atuadores. Esta seria uma das primeiras atividades do curso de Wearable Computing de modo que os estudantes possam iniciar os projetos rapidamente.

Quadros interativos tem sido amplamente empregados em salas de aula inteligentes para alunos de todos os níveis, desde o Fundamental até o Superior. No entanto, Kershner et al. (2010) observaram que a pesquisa até hoje tem se concentrado em como quadros interativos podem dar suporte à interação entre professor e aluno. Portanto, realizaram um estudo em que exploraram se quadros interativos podem dar suporte também ao pensamento e comunicação colaborativos de crianças em atividades de Ciências em sala de aula, concluindo que esta plataforma pode oferecer contribuições identificáveis ao pensamento e comunicação produtivos. Os autores, no entanto, não consideram quadros interativos um recurso pedagógico inteiramente distinto ou transformador em uma sala de aula de crianças. Distintamente, este trabalho busca explorar este tipo de atividade com um público diferente: iniciantes em eletrônica. Portanto, além da implementação da ferramenta, também foi realizado um estudo de caso exploratório comparando como estudantes colaboram na construção de circuitos lógicos utilizando Blogics! em um quadro interativo e em um PC desktop convencional.

Álgebra Booleana e Circuitos Lógicos

Desenvolvida na década de 1840 por George Boole e publicada em 1854 em seu livro "An Investigation of the Laws of Thought", a Álgebra ou Lógica Booleana é um cálculo lógico de valores-verdade. A Álgebra Booleana é uma álgebra de dois valores, sendo comumente utilizadas as notações 0 e 1, F ou T, V ou F, etc.

Além dos valores, a Álgebra Booleana possui operações. As três operações básicas são a conjunção (AND), a disjunção (OR) e a negação (NOT). A partir destas, podemos derivar outras operações como o ou exclusivo (XOR), a negação da conjunção (NAND), a negação da disjunção (NOR), etc.

Mais formalmente, a Álgebra Booleana pode ser definida como uma sêxtupla $\langle A, +, *, \sim, 0, 1 \rangle$ onde A é o conjunto $A=\{0,1\}$, $+$ e $*$ são operações binárias sobre A , \sim é uma operação unária sobre A e os seguintes axiomas são satisfeitos:

(1) As operações $+$ e $*$ são comutativas, ou seja, para todo x e y :

$$x + y = y + x$$

$$x * y = y * x$$

(2) As operações são distributivas sobre as outras, ou seja, para todo x , y e z :

$$x * (y + z) = (x * y) + (x * z)$$

$$x + (y * z) = (x + y) * (x + z)$$

(3) Os elementos 0 e 1 são identidades para as operações $+$ e $*$, respectivamente:

$$x + 0 = x$$

$$x * 1 = x$$

(4) Todo elemento x possui um complemento

$$x + \sim x = 1$$

$$x * \sim x = 0$$

A Álgebra Booleana ofereceu à Ciência da Computação e à Lógica Digital um sistema completo que permitiu a construção de modelos matemáticos para o processamento computacional. Com o advento da invenção de transistores e circuitos

integrados, tais operações podem ser implementadas em circuitos elétricos que formam a base de qualquer componente de hardware.

Sendo assim, é fundamental que estudantes das áreas da Computação, Eletrônica e Lógica possuam um sólido conhecimento da Álgebra Booleana.

Métodos de Ensino de Circuitos Lógicos

Atualmente, o ensino de circuitos lógicos é comumente realizado através de três metodologias distintas: (1) aulas teóricas no quadro negro; (2) simulações de circuitos por software; e (3) implementação de protótipos em protoboards.

Cada uma das metodologias possui suas vantagens e desvantagens servindo propósitos complementares.

As aulas teóricas em quadro negro têm como vantagem a interação com o professor, o baixo custo e a rapidez para representar conceitos e pequenos sistemas. Como desvantagens possuem a dificuldade de representar circuitos complexos, a baixa fidelidade em relação à realidade, a propensão a erros e a impossibilidade de visualizar o sistema em execução.

As simulações por software têm como positivo a possibilidade da montagem organizada de circuitos arbitrariamente complexos, o baixo custo da montagem, a visualização do sistema em execução e a disponibilidade de inúmeros componentes. Como desvantagens, podemos citar a fidelidade não integral à realidade (como a impossibilidade de simular fenômenos como pulsos espúrios e eventuais atrasos) e a complexidade de aprendizado das ferramentas.

A montagem de protótipos reais é uma forma de ver o circuito efetivamente funcionando, os eventuais problemas e outras diversas questões de montagem e seleção de componentes. O lado negativo engloba o alto custo de prototipação e o tempo que se leva para montar e depurar circuitos.

Como podemos perceber, as falhas de uma metodologia são suplantadas pelas qualidades de outra. Este trabalho foca na metodologia da simulação de circuitos por software. Seu objetivo é trazer elementos da realidade (sensores, atuadores e ambiente) para a simulação de circuitos lógicos e diminuir a dificuldade de aprendizado, de modo que seja uma ferramenta útil para iniciantes.

Blogics!

Blogics! é um software de simulação de circuitos em que portas lógicas, fios, sensores, atuadores e variáveis do ambiente são criados e manipulados como blocos móveis, de modo a simplificar a interação para iniciantes.

O objetivo do sistema é oferecer os recursos básicos para uma experiência didática de projeto de circuitos lógicos e não uma simulação sofisticada de circuitos e sistemas. Em sua versão atual, ele simula:

- Portas lógicas: AND, OR, NOT, NAND, NOR, XOR, XNOR. Os lados superior, esquerdo e inferior são utilizados para entrada enquanto o direito é utilizado para saída;
- Valores verdade: "1", "0" e "-" (branco);
- Sensores trabalhando em modo digital: botão, interruptor, presença, humidade, luminosidade e temperatura;
- Variáveis de ambiente para alterar os valores percebidos pelos sensores: dedo (botão e interruptor), ambiente com e sem pessoas (presença), tempo seco e húmido (humidade), dia e noite (luminosidade), quente e frio (temperatura);
- Atuadores trabalhando em modo digital: LED, buzzer, motor de vibração e ventoinha;
- Fios

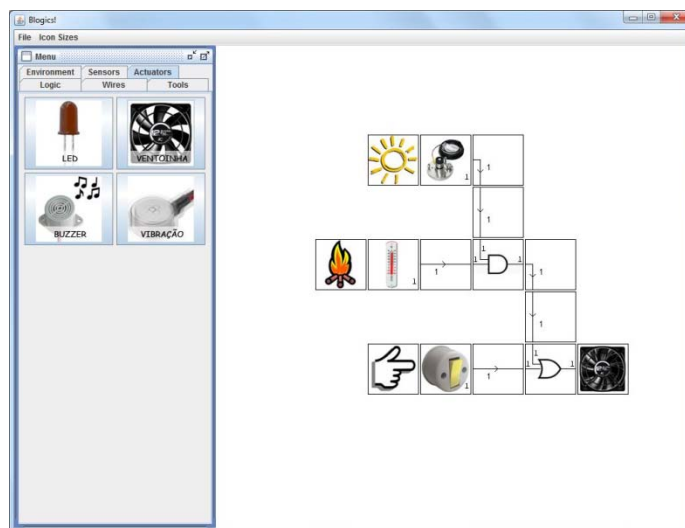


Figura 1 - Circuito lógico criado no Blogics!

Estes componentes ficam organizados em um menu de abas à esquerda da tela. Também há as opções de aumentar ou diminuir o zoom, salvar e carregar arquivos. Um circuito lógico é montado organizando os blocos sobre a tela de modo a estabelecer conexões entre eles. Sensores e valores verdade são utilizados como entradas para o circuito e os atuadores a ele conectados respondem adequadamente ligando ou desligando. Quando variáveis do ambiente são conectadas aos sensores, o circuito apresenta os novos resultados imediatamente. Por exemplo, se um bloco “Quente” é conectado a um bloco “Termômetro”, seu valor de saída passa a ser “1”. Se for substituído por um bloco “Frio”, seu novo valor passa a ser “0”. Quando sensores e atuadores têm seus valores alterados, a imagem no bloco também é alterada para refletir esta mudança e o valor booleano correspondente é indicado no bloco. Para remover um bloco, é necessário criar um bloco “Lixeira”, que, quando conectado a qualquer outro bloco, remove este bloco da tela.

Este paradigma foi escolhido para enfatizar a abordagem sistêmica do processo de construção de circuitos: o estudante precisa determinar quais são as entradas, saídas e como elas interagem entre si e com o ambiente. A simulação ocorre em tempo real e não é necessário selecionar nenhuma opção para inicia-la.

Implementação

Blogics! foi implementado como instância de um framework previamente desenvolvido. Este sistema foi implementado na disciplina INF1636 – Programação Orientada a Objetos, sob orientação do Prof. Renato Cerqueira e com a colaboração da aluna Luciana Rosa Redlich. A linguagem de programação utilizada foi Java e durante o processo de desenvolvimento, buscou-se lançar mão de vários recursos da linguagem, como hierarquia de classes, interfaces e reflexão computacional. O framework serve para agilizar o desenvolvimento de aplicativos cuja interação seja baseada na manipulação de blocos e foi inspirado no projeto Siftables (Merrill et al., 2007). Siftables são blocos do tamanho de um biscoito com detecção de movimento, detecção de vizinhos, display gráfico e comunicação wireless. Eles agem em conjunto para formar uma única interface: o usuário os manipula fisicamente, empilhando, agrupando, ordenando de modo a interagir com informação e mídia digital.

O sistema foi desenvolvido em duas camadas distintas: Interface Gráfica e Modelo. Esta abordagem foi tomada com o objetivo de tornar a separação de tarefas entre os desenvolvedores mais simples, bem como facilitar a implementação de uma interface gráfica mais sofisticada posteriormente.

Os blocos do modelo do sistema foram implementados como objetos que possuem referências a quatro outros blocos: um para cada lado (top, right, bottom,

left). Todos os blocos a serem desenvolvidos devem estender a classe Block. Esta classe contém estas referências e algumas implementações básicas para os métodos de anexar e desanexar (attach e detach).

Na interface gráfica, existe uma superclasse BlockGUI. Esta classe oferece uma estrutura básica para a interface gráfica de todos os blocos. Ela oferece uma exibição padrão para os blocos, bem como métodos para determinar se um bloco está próximo o bastante de outro para ser anexado. Ela contém uma referência a um bloco do modelo. Os blocos a serem criados deverão estender esta classe e referenciar um bloco correspondente na camada do modelo.

A interface gráfica com o usuário está definida na classe GUI. Ela contém todas as janelas internas e componentes que permitem a interação do usuário com o sistema.

Na disciplina ENG1132 – Projeto de Graduação em Engenharia de Computação I, o framework foi utilizado para gerar Blogics!, a aplicação específica para a simulação de circuitos lógicos. No momento de criar a nova aplicação, foram notáveis as vantagens da modularização do sistema, bem como da separação em camadas. Tais conceitos foram amplamente discutidos em disciplinas anteriores, como INF1301 – Programação Modular e INF1629 – Princípios de Engenharia de Software.

Também é importante notar que seria impraticável implementar um simulador de circuitos lógicos sem conhecer a fundo os conceitos envolvidos, o que foi explorado nas disciplinas FIL1304 – Lógica I, ELE1720 – Técnicas Digitais, ENG1448 – Computação Digital e ENG1450 – Microcontroladores e Sistemas Embarcados.

Projeto de Interface

A interface de usuário do sistema foi projetada para o sistema ser utilizado em displays sensíveis ao toque. Com isto em mente, a interação humano-computador foi pensada de modo que o usuário precisa apenas fazer um drag and drop de blocos para construir um circuito. Não são necessários cliques duplos, cliques com o botão direito do mouse ou entrada de texto, que podem se mostrar bastantes confusas nestes sistemas (Rekimoto, 2008).

Quigley (2010) lista algumas questões a serem consideradas quando desenvolvendo aplicações para interações baseadas em superfícies: os dedos, mãos ou canetas do usuário podem cobrir parte da interface, elementos da interface podem ser difíceis de serem selecionados devido ao tamanho dos dedos, mãos ou canetas, usuários podem sofrer fadiga devido à amplitude dos movimentos necessários, a tela pode ser danificada ou suja, existe uma falta de feedback de telas passivas (o que não ocorre em um teclado ou mouse, porque o usuário pode sentir o botão que apertou), a calibragem do display com os elementos de percepção de toque pode ficar desalinhada.

Brown (1998) propõe algumas linhas gerais de projeto voltadas para displays sensíveis ao toque que foram seguidas de modo a minimizar estes problemas, como utilizar o toque apenas para ações intermitentes (criar e mover blocos), minimizar a ativação acidental que ocorre por tocar na tela inadvertidamente (ações podem ser desfeitas), utilizar o posicionamento de baixa definição de elementos da interface (para facilitar as conexões, quando blocos são posicionados próximos uns aos outros, eles se conectam automaticamente, fazendo um movimento de “snap”), utilização de ícones grandes de modo a aumentar a superfície de contato (o usuário pode escolher diferentes níveis de zoom para adequar a superfície de contato ao tamanho do display).

A decisão de tornar o sistema próprio para superfícies sensíveis ao toque foi tomada para possibilitar a organização de atividades de aprendizado colaborativo suportado por computador (CSCL) utilizando um quadro interativo. Um sistema de quadro interativo normalmente envolve um PC que projeta imagens em um display sensível ao toque montado em uma parede ou cavalete (Kershner et al., 2010). Alguns

sistemas ainda incluem um botão de teclado que invoca um teclado virtual na tela em que o usuário pode selecionar as teclas com os dedos. Outros ainda incluem canetas que permitem o usuário escrever ou desenhar com diferentes cores.

Cenário de Uso: Uma Atividade Colaborativa

Para exemplificar como estudantes podem colaborar no aprendizado de circuitos lógicos utilizando Blogics! em um quadro interativo, alguns exemplos observados no estudo de caso foram tomados para montar o seguinte cenário de uso fictício.

Imaginemos Ana e Guilherme, dois estudantes do primeiro ano de Engenharia de Computação da PUC-Rio que acabaram de ingressar no curso de Wearable Computing. Assim como a maioria de seus colegas, eles não compreendem muito bem como circuitos lógicos e digitais funcionam. Para ensinar seu funcionamento, Pedro, o professor, os instruiu a utilizar Blogics! no quadro interativo da sala para construírem um circuito juntos.

Eles se levantaram e executaram Blogics!. Pedro sugeriu montar um circuito em que, se o ambiente estiver quente e ensolarado, uma ventoinha é ligada. Guilherme clicou no botão “AND” no menu de portas lógicas. Um bloco com a representação gráfica da porta “AND” surgiu na tela. Ana não estava tão segura sobre como a porta funcionava, portanto clicou nos botões “1” e “0” para criar dois blocos com estes valores verdade e clicou no botão “-” para criar um bloco em branco. Guilherme conectou os blocos “0” e “1” aos lados superior e esquerdo da porta e o bloco “-” no lado direito. Quando conectou o bloco “-”, seu valor foi alterado imediatamente para “0”. Então, tentaram outras combinações de valores de entrada: “0” e “0”, “1” e “1”, sempre observando as alterações na saída.

“Está vendo, Ana? Para a saída ficar em “1”, é necessário que ambas as entradas sejam “1”. Caso contrário, a saída será “0””. – Guilherme observou.

Ana limpou a tela selecionando a aba “Ferramentas” e o botão “Novo”. Todos os blocos foram removidos da tela. Ela, então, clicou na aba “Lógica” e, sem querer, selecionou o botão “OR”. Para corrigir seu erro, selecionou a aba “Ferramentas” e criou um bloco “Lixeira”. Conectando o bloco “OR” à lixeira, removeu este da tela. Voltou à aba “Lógica” e criou um bloco “AND”.

“Como precisamos saber se está claro e quente, precisaremos de um sensor de luminosidade e um de temperatura” – Observou.

Guilherme selecionou a aba de “Sensores” e criou um bloco “Termômetro” e um bloco “Sensor de Luminosidade”. Ana conectou os dois blocos aos lados da porta “AND”. Então, Guilherme selecionou a aba “Atuadores” e criou um bloco “Ventoinha”. Ana o conectou ao lado direito da porta.

“Agora, vamos alterar os valores dos sensores para conferir se nosso circuito funciona” – disse Guilherme. Abriu a aba “Ambiente” e criou um bloco “Dia” e um bloco “Quente”. Quando os conectou aos blocos “Sensor de Luminosidade” e “Termômetro”, respectivamente, a ventoinha do bloco “Ventoinha” ligou.

“O que acontecerá se estiver claro e frio?” – perguntou Ana.

Ela, imediatamente, criou um bloco “Frio”, desconectou o bloco “Quente” e conectou o bloco “Frio” ao termômetro. A ventoinha desligou.

O Estudo de Caso

O estudo de caso realizado teve dois objetivos principais: avaliar o potencial da ferramenta como instrumento de aprendizagem de circuitos lógicos e avaliar como estudantes iniciantes em eletrônica aprendem a construir circuitos colaborativamente utilizando um quadro interativo. Para tanto, o estudo foi realizado na Escola Superior de Desenho Industrial (ESDI) da Universidade Estadual do Rio de Janeiro (UERJ). Os participantes eram estudantes de uma matéria de Physical Computing do programa de

Mestrado da mesma escola. Os estudantes possuíam pouca ou nenhuma experiência com circuitos lógicos e digitais. Antes da realização do estudo, os estudantes receberam um termo de consentimento, o qual foi assinado por todos, em que concordavam em participar do estudo de caso (Anexo I). O estudo de caso foi guiado por diretrizes exploradas na disciplina INF1403 – Introdução à Interação Humano-Computador e INF2790 – Tópicos em Interação Humano-Computador I.

As atividades foram divididas em dois dias. No primeiro dia, os estudantes tiveram uma aula de 2 horas sobre Álgebra Booleana e Portas Lógicas, na qual foi ensinado como traduzir sentenças em linguagem natural para sentenças em linguagem de Lógica Formal e como projetar os circuitos lógicos correspondentes utilizando as portas AND, OR e NOT. Na semana seguinte, o segundo dia de estudo começou com uma revisão da aula anterior, uma apresentação da ferramenta, um questionário pré-atividade, um pré-teste, uma atividade de aprendizagem utilizando Blogics!, um pós-teste e, finalmente, um questionário pós-atividade. A duração de cada atividade está listada na tabela 1.

Atividade	Duração (min)
Aula	120
Revisão	15
Apresentação do Software	10
Questionário Pré-Atividade	10
Pré-Teste	10
Atividade de Aprendizagem	20
Pós-Teste	10
Questionário Pós-Atividade	10

O objetivo da revisão foi relembrar alguns conceitos essenciais para a realização das atividades, como o que são portas lógicas e como funcionam, o que é uma tabela verdade e como criar circuitos utilizando as portas AND, OR e NOT. Como 3 dos 8 estudantes não compareceram à aula anterior, a revisão também serviu como modo de introduzir estes conceitos a alguns alunos. Nenhum novo conceito que não tenha sido discutido na aula anterior foi abordado na revisão. Os slides da aula e da revisão se encontram no Anexo II.

A apresentação do software teve como objetivo introduzir sua interface e principais funcionalidades. Os estudantes foram apresentados ao conteúdo das abas, a como criar um circuito simples e a como alterar os valores de entrada para ver os valores de saída serem alterados automaticamente. Foi enfatizado que, para alterar o valor percebido por um sensor, é necessário conectá-lo a uma variável de ambiente correspondente.

O objetivo do questionário pré-atividade e do pré-teste foi descobrir o perfil dos estudantes para formar grupos utilizando os seguintes critérios: estudantes com notas baixas no pré-teste com estudantes com notas altas, estudantes que compareceram à aula anterior com estudantes que não compareceram e estudantes com mais experiência com superfícies sensíveis ao toque com estudantes com menos. Enquanto o questionário cobriu questões qualitativas relativas à idade, ao conhecimento prévio e a outras informações pessoais, o pré-teste consistiu de um conjunto de cinco exercícios com dificuldade crescente. Envolveu o preenchimento de tabelas verdade, o projeto de circuitos utilizando as portas AND, OR e NOT e um exercício que poderia ser resolvido facilmente utilizando a porta XOR, à qual nenhum dos estudantes era familiar. O conteúdo do questionário pré-atividade e do pré-teste pode ser encontrado nos Anexos III e IV.

A atividade de aprendizagem foi o foco do estudo de caso. Ela consistiu de uma lista de exercícios a ser resolvida em pares, utilizando um quadro interativo ou um PC desktop convencional. A turma de 8 estudantes foi dividida em grupo de 2 alunos:

dois grupos foram levados para uma sala equipada com um quadro interativo SMART Board 680 Interactive Whiteboard, uma superfície vertical sensível ao toque de 77" amplamente utilizada em salas de aula, enquanto os outros dois foram levados para uma sala equipada com um PC desktop convencional com mouse e teclado padrão. Os membros de 3 dos 4 grupos não se conheciam antes da atividade. Um conjunto de câmeras de vídeo foi instalado nas duas salas para filmar as telas dos computadores, bem como a interação entre os alunos. Na sala com o PC desktop, duas câmeras foram utilizadas: uma filmou a tela, enquanto a outra filmou os estudantes. A sala do quadro interativo teve apenas uma câmera instalada, uma vez que o display era grande o bastante para aparecer nitidamente no filme junto com os estudantes.

O objetivo dos estudantes nesta atividade era resolver dois exercícios, mas houve um exercício adicional para o caso de terminarem antes dos 20 minutos oferecidos. Com esta atividade, almejou-se investigar como estudantes iniciantes colaboram enquanto utilizam uma porta lógica aprendida recentemente utilizando a plataforma oferecida: o quadro interativo ou o PC desktop. O primeiro exercício consistiu de uma série de instruções a serem seguidas pelos alunos de tal forma que descobrissem como a porta lógica XOR funciona. Foi pedido que montassem o circuito $A \text{ XOR } B$ utilizando Blogics!, alterassem as entradas e preenchessem sua tabela verdade. Em seguida, os estudantes deveriam adicionar sensores e atuadores ao circuito e alterar os valores percebidos pelos sensores com variáveis de ambiente para verem os atuadores responderem adequadamente. Não foi permitido que os estudantes fizessem qualquer pergunta a qualquer pessoa além do seu colega. Nenhuma sugestão, restrição de portas ou dicas foram dadas. A especificação da atividade encontra-se no Anexo V.

O segundo exercício poderia ser resolvido utilizando uma ampla variedade de combinação de portas. No entanto, se os estudantes utilizassem a porta XOR, que acabaram de simular, encontrariam uma solução enxuta: $((\text{NOT} (A \text{ XOR } B)) \text{ OR } C)$, onde A, B e C são variáveis booleanas que deveriam ser implementadas no software utilizando sensores.

O pós-teste consistiu de uma lista de exercícios de nível de dificuldade similar aos do pré-teste. Os exercícios apresentaram a mesma estrutura, havendo diferenças apenas nas portas a serem utilizadas ou em valores de entrada. Assim como no pré-teste, um dos problemas poderia ser resolvido utilizando a porta XOR.

O questionário pós-atividade foi composto por uma série de perguntas enviadas por e-mail a serem respondidas online através da plataforma Google Docs Forms dentro de uma semana. Estimou-se 10 minutos para responder um questionário.

Resultados

Os resultados deste trabalho derivam das respostas dos estudantes nos testes e questionários, bem como da observação direta *in loco* e nas filmagens. Sete dos oito estudantes responderam o questionário pós-atividade e forneceram feedback sobre o software.

Os resultados enquadram-se em duas categorias: os relacionados ao potencial do Blogics! como ferramenta educacional para o ensino de circuitos lógicos e os relacionados à interação colaborativa entre iniciantes ao construírem circuitos lógicos em um quadro interativo.

Blogics! como Ferramenta Educacional

Alguns dos comentários positivos dos estudantes a respeito deste quesito incluíram: "A ferramenta é muito simples e objetiva.", "Foi divertido usar o Blogics!" e "Trabalhar com os elementos gráficos e fotos ajudou muito a compreensão do exercício." Respostas mistas incluíram: "Blogics! permite que se trabalhe na base da

tentativa-e-erro, e em determinado momento percebi que nós acertávamos a tarefa, mas não necessariamente entendíamos exatamente as operações lógicas que usávamos - especialmente aquelas que não conhecíamos.”.

Diversas respostas comentaram sobre a possibilidade de visualizar os resultados em tempo real, durante o processo de construção: “Da possibilidade de ir montando variações de circuitos com relativa facilidade e rapidez, obtendo os resultados dessas variações em tempo real.”, “Como disse anteriormente, o computador (e o programa) facilitaram a execução do exercício na medida em que permitiram visualizar imediatamente as implicações de usar um ou outro operador lógico. O resultado de cada ação era imediato.”.

Também comentaram sobre o fato de o software oferecer sensores e atuadores: “A ideia de separar os atuadores, sensores e conceitos lógicos vai ajudar muito na hora de passar isso para código. Dessa forma, conseguimos trabalhar por partes, resolvendo os códigos de input, output e lógica interna.”. O uso de uma representação gráfica de elementos da eletrônica também foi comentado: “Trabalhar com os elementos gráficos e fotos ajudou muito a compreensão do exercício.” e “Gostei muito da possibilidade de trabalhar com elementos gráficos simples.”.

As questões negativas apontadas pelos estudantes foram “(...) [A] necessidade de uma ferramenta extra ("mão") para ativar um botão ou interruptor. Poderia ser ativado apenas pressionando a tela.”, “(...) [A] lixeira, que sem dúvida foi a grande dificuldade da dupla” e “Poderia haver a opção de selecionar vários blocos e movimentá-los ao mesmo tempo.”.

Quando perguntados sobre o que aprenderam, os estudantes indicaram um aumento no conhecimento sobre o assunto: “Aprendi o funcionamento da ferramenta lógica XOR, a qual desconhecia. Além disso, consegui visualizar melhor como ocorre a lógica booleana "dentro do computador", principalmente ao visualizar o resultado de cada ação, tenho um feedback imediato do que estou fazendo.” e “foi possível relacionar um assunto que parece abstrato com situações concretas, do dia-a-dia.”.

Os resultados mais promissores se tornaram evidentes comparando o desempenho dos alunos no pré-teste com o desempenho no pós-teste. Os resultados aparecem na Tabela 2.

Estudante	Número da Dupla	Plataforma	Nota no Pré-Teste	Nota no Pós-Teste
A	1	Quadro Interativo	7	7
B	1	Quadro Interativo	6	6
C	2	Quadro Interativo	5	10
D	2	Quadro Interativo	10	10
E	3	PC Convencional	9	10
F	3	PC Convencional	4	7
G	4	PC Convencional	0	8
H	4	PC Convencional	8	6

Pode-se perceber que o desempenho da maioria dos estudantes melhorou, enquanto dois estudantes mantiveram sua nota e um teve um resultado inferior.

Ambos os estudantes da dupla 1 mantiveram suas notas. Esta foi a única dupla que passou a maior parte do tempo (10:35” dos 20:00” que tinham) tentando resolver os exercícios no papel, em vez de utilizar a ferramenta para descobrir a tabela verdade da porta XOR. Por isso, foi o único grupo que não utilizou o XOR para resolver o exercício. Os outros grupos utilizaram o Blogics! desde o início. O estudante H obteve o pior resultado no pós-teste. Este estudante era de um grupo utilizando o PC convencional e não teve o controle do mouse, apenas observando o que seu colega fazia.

Os resultados notáveis que indicaram o sucesso da atividade foram os estudantes C e G, que melhoraram suas notas de 5 para 10 e de 0 para 8, respectivamente. Infelizmente, apenas 1 dos 6 estudantes que utilizaram o XOR no exercício, vieram utilizar o XOR no pós-teste. O lado positivo deste fato é que descobriram como resolver o exercício usando outras portas, diferentemente do pré-teste.

Tais resultados confirmam a hipótese de que Blogics! dá suporte a estudantes aprenderem conceitos básicos de circuitos lógicos e digitais. Os estudantes que de fato utilizaram a ferramenta descobriram a tabela verdade do XOR e melhoraram suas notas.

Colaboração em um Quadro Interativo

No questionário, estudantes utilizando as duas plataformas comentaram que fazer um exercício de Lógica com um colega era: “Bom porque um auxilia o outro em momentos de dúvida sobre os problemas propostos no exercício.”. A interação colaborativa se mostrou adequada para necessidades individuais como disse um estudante: “Eu sempre penso melhor falando, então, pessoalmente foi ótimo.”. Este mesmo estudante também comentou sobre as dificuldades físicas de se trabalhar em uma superfície vertical que foram resolvidas pela colaboração: “Além do mais, se não fosse meu alto colega eu não teria alcançado alguns botões da ferramenta no quadro touch screen”.

No entanto, nem todos os estudantes gostaram de trabalhar em grupo: “Pessoalmente, eu tenho mais dificuldade em trabalhar em conjunto. É da minha natureza, sou mais introspectivo e me resolvo melhor trabalhando sozinho. Mas a experiência na atividade com o colega foi bem tranquila, não senti nenhum problema entre nós, apesar de mal nos conhecermos”. Mesmo preferindo trabalhar sozinho, ele acrescentou: “Não acho que nenhum dos dois tenha sobressaído, participamos conjuntamente.”.

Construir circuitos lógicos envolve pensar sobre quais são as entradas e saídas do sistema e descobrir como processar tais entradas para obter as saídas desejadas. Um estudante comentou sobre esta questão: “Nós lemos as questões em conjunto, discutíamos para separar o que era input, output e questões lógicas para alimentar o programa primeiramente com os inputs e outputs que são fixos para depois criar a sequência lógica que deveria ser resolvida.”.

Sobre como eles se organizaram para resolver as tarefas, os estudantes disseram: “Não houve essa preocupação, a interação fluiu naturalmente, apesar de nem conhecer previamente a pessoa que formou dupla comigo.”. Outro ainda afirmou: “Não houve uma organização explícita, planejada. Fomos trabalhando sem estabelecer qualquer método ou acordo. Acho que foi um “acordo tácito” espontâneo.”. Sobre o mesmo assunto, outro ainda comentou: “a colaboração foi espontânea dentro das condições que se apresentaram, sem estabelecermos regras, hierarquias, método.”.

Alguns problemas encontrados na interação com esta plataforma derivam do fato que o quadro utilizado no estudo de caso suporta apenas a detecção de um toque por vez: “(...) alguns momentos de confusão no momento de interagir com a ferramenta (por exemplo, os 2 tentarem arrastar diferentes ícones ao mesmo tempo).”.

Outro estudante acrescentou: “Pela própria natureza do quadro interativo que usamos, só um de nós podia manipular o programa em cada momento. Mas cada um metia a mão na massa quando sentia necessidade.”.

Outro problema percebido na filmagem e que os estudantes comentaram é a barreira virtual criada pela luz de projeção. O projetor foi instalado em uma mesa em frente à tela de projeção. Uma vez que os estudantes começavam uma tarefa, cada um se posicionava de um lado do quadro, de modo a não obstruir a luz. Eles apenas invadiam o espaço da luz ao realizar alguma ação sobre o quadro, retornando à posição inicial em seguida. Isto acabou por criar uma divisão tácita de trabalho, uma vez que os estudantes tenderam a se concentrar em tarefas mais próximas do seu lado do quadro.

Os estudantes também perceberam este problema: “Tivemos uma dificuldade com o fato de nossos corpos obstruírem a luz do projetor, o que por vezes literalmente impedia que vissemos o que estávamos fazendo! Nossa silhueta tapava a informação disposta no quadro.”, “(...) o problema de obstruir a projeção no quadro nos momentos de interação com a ferramenta, o que não chega a ser um problema diretamente da ferramenta, e sim da tecnologia utilizada.” e “(...) como há uma projeção, quando eu e ele nos posicionávamos para interagir ao mesmo tempo havia muitas sombras.”.

Os membros da dupla 1 interagiram com o quadro em turnos. Eles seguiram uma estratégia de tentativa e erro e, quando um errava, o outro assumia o controle do quadro. Foi contado o número de vezes que cada um tocou o quadro e percebeu-se um equilíbrio na colaboração: Em média, um membro tocou 4,36 vezes no quadro antes de seu colega assumir o controle, enquanto o outro tocou 4,09. O desvio padrão também foi bastante próximo: 3,43 para o primeiro e 3,68 para o segundo. O controle trocou de mãos 22 vezes dentro dos 20 minutos.

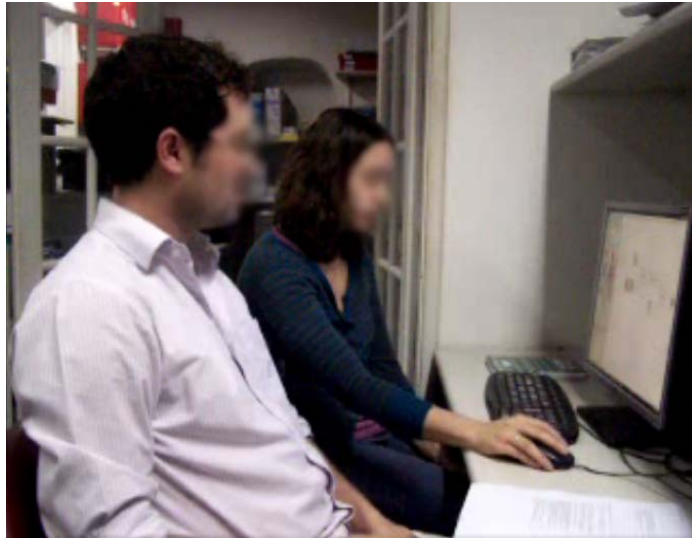
O outro grupo que também trabalhou com o quadro interativo seguiu outra dinâmica de interação. Como mencionado anteriormente, um membro deste grupo descreveu: “Meu colega interagia por ser mais alto e alcançar os botões, enquanto eu lia o enunciado e tentava orientar o colega.”. Neste caso, o esquema de colaboração derivou de características físicas dos estudantes. Isto aconteceu de fato, como observado na filmagem. Este estudante não tocou o quadro uma vez sequer, apenas apontando os itens que seu colega deveria selecionar. Sendo assim, a interação colaborativa que utilizaram foi muito parecida com a que usada em um PC desktop convencional. É válido notar que este foi o grupo que passou mais da metade da atividade tentando resolver o exercício no papel antes de ir para o quadro. A barreira virtual de luz, no entanto, ainda esteve presente, uma vez que cada estudante escolheu um lado do quadro e não trocaram de lugar.

Em geral, o quadro foi elogiado para a atividade colaborativa. Um dos estudantes disse que “o quadro é perfeito para este tipo de atividade”. O estudante que não utilizou o quadro diretamente disse que “o benefício é o espaço maior. Intuitivamente, convida a participação mais direta das pessoas. O computador normal, com monitor, parece indicar um contexto mais one-to-one, mais intimista. Tenho a impressão que ele não favorece um clima de participação coletiva. O quadro interativo é mais convidativo nesse sentido.”.

Vantagens do desktop convencional comentadas pelos alunos incluíram: “estamos mais acostumados a utilizar essa plataforma, tendo mais agilidade.”. e “podemos fazer o exercício sentados, podendo fazer anotações enquanto utilizamos a plataforma.”.

Ao comparar o quadro interativo com o PC convencional, foi observado que a colaboração é organizada de maneiras diferentes. Um grupo decidiu explicitamente que controlaria o mouse assim que a atividade começou: um estudante pediu educadamente para ser quem seguraria o mouse e esta estrutura se manteve intacta pelo resto da atividade. No outro grupo, um estudante começou controlando o mouse enquanto o outro indicava o que deveria ser feito. Esta dinâmica assim permaneceu por exatos 3 minutos e 22 segundos. Durante este tempo, o estudante sem o mouse

tocou no monitor exatamente 11 vezes, na tentativa de mostrar o que seu colega deveria fazer. Em seguida, pediu para controlar o mouse e assim o fez até o término da atividade.



Em ambos os casos, o estudante que controlou o mouse por mais tempo era aquele sentado à esquerda do computador, em frente ao teclado e o que não controlou o mouse pouco interferiu. A colaboração ocorreu de modo que o que controlava o mouse explicava o que estava fazendo em vez de pedir sugestões sobre o que deveria ser feito. Isto também foi observado pelos estudantes no questionário: “A minha falta de experiência me fez "aceitar" as decisões dele sem questionar o método empírico que ele usava para resolver os problemas.”.

Várias respostas incluíram comentários negativos sobre compartilhar um computador desktop: “Apenas uma das pessoas consegue utilizar efetivamente a plataforma, a não ser que haja um revezamento que interrompa o exercício toda hora.” e “A dificuldade maior foi o compartilhamento de um só recurso. Todavia, creio que a ferramenta poderia ser mais eficiente se fosse usada uma tela sensível ao toque, pois entendo ser mais atrativo arrastar os símbolos com a ponta dos dedos. Sem trocadilho, seria uma ação mais "lógica".”.

Conclusões

Considerando-se um objetivo final de melhorar as taxas de retenção de estudantes e atrair o público feminino para o curso de Engenharia de Computação, buscou-se, com este trabalho, descrever o projeto, implementação e avaliação de uma ferramenta de simulação de circuitos lógicos em uma atividade de aprendizado colaborativo. Foi descrito o histórico do desenvolvimento da ferramenta, bem como este projeto se relaciona aos conceitos discutidos em diversas disciplinas cursadas durante a graduação em Engenharia de Computação.

A ferramenta foi avaliada sob duas perspectivas: a de seu potencial como ferramenta de aprendizado de circuitos lógicos e a das dinâmicas de interação que fomenta em atividades de aprendizado colaborativo em diferentes plataformas.

Sob a ótica do potencial do uso de Blogics! como ferramenta educativa, este trabalho teve como objetivo investigar uma ferramenta de software desenvolvida para diminuir as dificuldades que iniciantes e não especialistas em eletrônica sofrem em seu primeiro contato com circuitos digitais. A ferramenta os oferece suporte trazendo elementos do mundo real como sensores e atuadores para o processo de projeto de circuitos lógicos e exibindo uma interface concisa e amigável para iniciantes.

Blogics! foi avaliado em um estudo de caso, sendo encontrados resultados promissores que indicam seu potencial como ferramenta didática para o ensino de circuitos lógicos.

Sob o ponto de vista do aprendizado colaborativo, buscou-se descrever um estudo de caso em que foram exploradas as interações colaborativas que acontecem quando iniciantes em eletrônica projetam circuitos lógicos em conjunto utilizando um quadro interativo. Observaram-se dois tipos de dinâmicas de interação: uma em que os estudantes resolveram os exercícios alternando quem controlava o quadro e outra em que um estudante interagia com o quadro enquanto o outro ditava o que deveria ser feito.

Ao comparar o uso do quadro interativo com o uso de um PC desktop convencional, as evidências indicam que o quadro interativo é mais adequado para atividades colaborativas, uma vez que oferece mais espaço para os estudantes se moverem e permite que os estudantes alternem o controle do quadro durante a atividade, lembrando que nem sempre isto acontece.

Dois questões foram causa de confusão durante a colaboração no quadro: a limitação da detecção de um único toque por vez e a barreira virtual criada pela luz de projeção. O problema do toque único foi contornado pelos estudantes de acordo com a própria dinâmica de interação: ou apenas um estudante interagia ou os estudantes se revezavam. Sendo assim, sugere-se que uma superfície vertical multi-toque seria ainda mais adequada para atividades colaborativas como a explorada neste estudo.

O problema da barreira virtual é inerente a displays projetados pela frente (front-projected displays). O corpo ou mãos podem obstruir a luz de projeção, criando sombras sobre a tela. Isto pode afetar a dinâmica de colaboração, uma vez que dificulta a mobilidade dos estudantes de um lado do quadro para o outro. Este problema pode ser minimizado utilizando um projetor de curta distância (short throw projector), em que o projetor pode ser posicionado bem próximo à tela; um display projetado por trás (rear-projected display), em que a tela é translúcida e a projeção vem espelhada por trás da tela; ou um display auto-projetado (self-projected display), como uma tela de LCD ou plasma (Quigley, 2010).

Baseando-se nos resultados observados, trabalhos futuros podem consistir de elaborar atividades colaborativas que levem em conta as dinâmicas observadas para tirar maior proveito do trabalho feito em conjunto pelos estudantes, de modo a acelerar ainda mais as atividades de implementação de circuitos digitais.

Referências

Sloan R. H. & Troy P. (2008). CS 0.5: a better approach to introductory computer science for majors. In Proceedings of the 39th SIGCSE Technical Symposium on Computer Science Education (Portland, OR, USA, March 12 - 15, 2008). SIGCSE '08. ACM, New York, NY, 271-275.

Ringwood J. V., Monaghan K. & Maloco J. (2005), Teaching Engineering Design through LEGO Mindstorms, European Journal of Engineering Education, Vol. 30, No.1, 2005, pp. 91-94.

Buechley L., Eisenberg M., Catchen J., & Crockett A. (2008), The LilyPad Arduino: Using Computational Textiles to Investigate Engagement, Aesthetics, and Diversity in Computer Science Education, in Proceedings of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems (CHI '08), Florence, Italy, 2008, pp. 423-432.

Kelleher C. & Pausch R. (2007), Using Storytelling to Motivate Programming. Communications of the ACM, 50, 7 (July 2007), 59-64.

Hill C., Corbett C., & St. Rose A.. Why so few? (2010) Women in Science, Technology, Engineering, and Mathematics. Washington, DC: AAUW Research Report, 2010.

Margolis J. and Fisher A. (2002). Unlocking the Clubhouse: Women in Computing. The MIT Press, Cambridge, MA, 2002.

Lau W. W. Y., , Ngai G., Chan S. C. F., and Cheung J. C. Y. (2009), Learning programming through fashion and design: A pilot summer course in wearable computing for middle school students. In Proceedings of SIGCSE '09, Chattanooga, Tennessee, March 2009.

Weiser, M. (1991). The Computer for the 21st Century. Scientific American, September 1991.

Barker, L., Garvin-Doxas, K., Roberts, E. (2005), What can Computer Science Learn from a Fine Arts Approach to Learning. Proceedings of the 36th SIGCSE Technical Symposium on Computer Science Education, St. Louis, Missouri, 2005.

Whitesitt J. E. (1961). Boolean Algebra and Its Applications. Addison-Wessley, Massachusetts, 1961.

Rekimoto J. (1998). A multiple-device approach for supporting whiteboard-based interactions. In Proceedings of CHI'98, February 1998.

Quigley A. (2009), User Interfaces for Ubiquitous Computing, Book Chapter in Ubiquitous Computing Fundamentals Chapman & Hall/CRC, 2009

C. M. Brown (1998), Human-Computer Design Guidelines, United Kingdom: Intellect, 1998, pp. 135-137.

Kershner, R., Mercer, N., Warwick, P., & Staarman, J. K. (2010) Can the interactive whiteboard support young children's collaborative communication and thinking in classroom science activities?. *ijCSCL* 5 (4), pp.

Merrill, D., Kalanithi, J., and Maes, P. Siftables: Towards Sensor Network User Interfaces. In Proc. TEI'07, pp. 75–78.

Anexo I – Termo de Consentimento

Termo de Consentimento para Pesquisa Científica

09.09.10

Você foi convidado (a) pelo grupo de pesquisa Groupware@LES do Laboratório SecondLab, coordenado pelo Prof. Hugo Fuks do Departamento de Informática da PUC-Rio, para participar de um estudo de caso que envolve colaboração, plataformas desktop e de quadro interativo e software para aprendizagem de lógica booleana e circuitos lógicos. O estudo de caso é parte de um Trabalho Final de Curso de Engenharia de Computação da PUC-Rio.

Por esta razão solicitamos seu consentimento para a realização deste estudo de caso. Para tanto, é importante que você tenha algumas informações:

1. O estudo de caso envolve:

- Resumo de aula expositiva sobre lógica booleana no dia [máx. 15 min]
- Aula expositiva sobre a ferramenta Blogics! [máx. 10 min]
- Questionário [máx. 5 min]
- Pré-teste [máx. 10 min]
- Exercício realizado em dupla em computador ou quadro branco [20 min]
(este exercício será filmado)
- Pós-Teste [máx. 10 min]
- Entrevista [até uma semana depois]

1. Os dados coletados durante o teste destinam-se estritamente a atividades de pesquisa e desenvolvimento;

2. A pesquisa tem fins estritamente acadêmicos. A divulgação destes resultados pauta-se no respeito a sua privacidade e no anonimato. Ressaltamos que:

2.1 As declarações dadas no questionário e em entrevistas poderão ser publicadas parcial ou integralmente, mas seu nome será substituído por um pseudônimo para evitar a sua identificação;

2.2 Caso haja interesse desta equipe em usar fotos e vídeos em publicações, uma autorização específica para cada item será solicitada.

3. O consentimento para o teste é uma escolha livre, feita mediante a prestação de todos os esclarecimentos necessários sobre a pesquisa;

4. Deve-se estar à vontade para falar tudo o que se pensa. Sinceridade é muito importante;

5. A realização do teste pode ser interrompida a qualquer momento, segundo ao interesse do participante. Neste caso, a equipe se compromete a descartar o teste para fins da avaliação a que se destinaria;

Nossa equipe encontra-se disponível para contato através dos telefones (21) 81944194 (Eduardo) e (21) 99278740 (Denise) ou pelos e-mails eduardo.velloso@gmail.com, denise.filippo@gmail.com.

De posse das informações acima, gostaríamos que você se pronunciasse acerca do teste.

Aceito participar deste estudo de caso

Não aceito participar deste estudo de caso

Participante

Nome:

Assinatura

Avaliadores

Nome: Eduardo Velloso

Assinatura:

Nome: Denise Del Re Filippo

Assinatura:

Obrigado por sua participação!

Anexo II – Slides da Aula Expositiva e da Revisão

				UNIVERSIDADE DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO			CENTRO DE TECNOLOGIA E CIÊNCIAS			ESCOLA SUPERIOR DE DESENHO INDUSTRIAL
									ESDI	

Design de interação:

- Lógica digital
- Funções booleanas

Sistemas de interação:

- Tomam decisões
- Armazenam informações

Entradas → base para tomada de decisões

Processamento das entradas → lógica booleana

Exemplo: Sistema de alarme para cinto de segurança

Entradas digitais – chaves ligadas se:

- Ignição acionada
- Marcha engrenada
- Bancos dianteiros ocupados
- Cintos colocados

Decisão a ser tomada:

“Um alarme será ligado quando a ignição é acionada e a marcha engrenada, desde que um dos bancos dianteiros esteja ocupado e seu respectivo cinto não esteja colocado”

Representação das variáveis booleanas:

Alarme: A
Ignição ligada: I
Marcha engrenada: M
Banco esquerdo ocupado: E
Banco direito ocupado: D
Cinto esquerdo colocado: Ce
Cinto direito colocado: Cd

Em processing:

boolean A;
boolean I;
boolean M;
boolean E;
boolean D;
boolean Ce;
boolean Cd;

ou (modo mais compacto):

boolean A,I,M,E,D,Ce,Cd

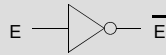
cada variável pode ser HIGH ("1") ou LOW ("0")

Álgebra booleana:

Negação (ou complemento):

E	\bar{E}
0	1
1	0

Símbolo IEEE:



Em processing:

!E

Declarações compostas:

"O banco esquerdo (E) está ocupado e o cinto esquerdo (Ce) está colocado"

Operador AND: \wedge

Forma algébrica: $E \wedge Ce$

Em processing: E && Ce

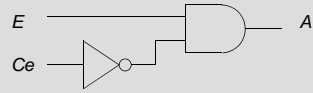
Símbolo IEEE:

E	Ce	E && Ce
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

Realização da lógica:

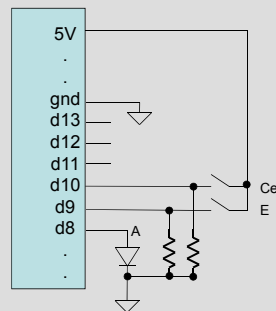
“Alarme (A) será acionado se o banco esquerdo (E) estiver ocupado e o cinto esquerdo (Ce) não estiver colocado “

$$A = (E \ \&\& \ !Ce)$$



E	Ce	\overline{Ce}	A
0	0	1	0
0	1	0	0
1	0	1	1
1	1	0	0

Implementação no Arduino:



```

boolean A, E, Ce;

void setup()
{
  pinMode(8,OUTPUT);
  pinMode(9,INPUT);
  pinMode(10,INPUT);
}

void loop()
{
  E = digitalRead(9);
  Ce = digitalRead(10);

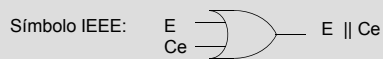
  A = (E && !Ce);
  digitalWrite(8,A);
}

```

Operador OR:

Forma algébrica: $E \vee Ce$

Em *processing*: $E \ || \ Ce$



E	Ce	$E \ \ Ce$
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

Sem utilidade para a lógica do problema

Porém:

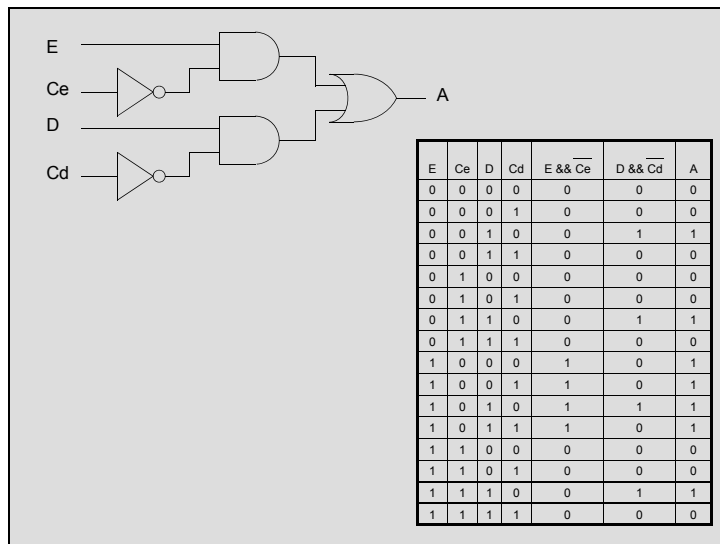
“O banco esquerdo (E) está ocupado e o cinto esquerdo (Ce) está colocado ou o banco direito (D) está ocupado e o cinto direito (Cd) está colocado”

Em processing: $(E \ \&\& \ Ce) \ || \ (D \ \&\& \ Cd)$

No entanto, deseja-se que:

“Alarme (A) será acionado se o banco esquerdo (E) estiver ocupado e o cinto esquerdo (Ce) não estiver colocado ou o banco direito (D) estiver ocupado e o cinto direito (Cd) não estiver colocado”

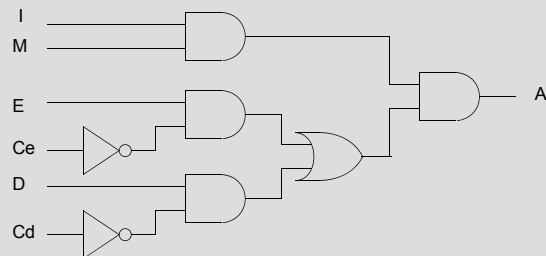
Em processing: $A = (E \ \&\& \ !Ce) \ || \ (D \ \&\& \ !Cd)$



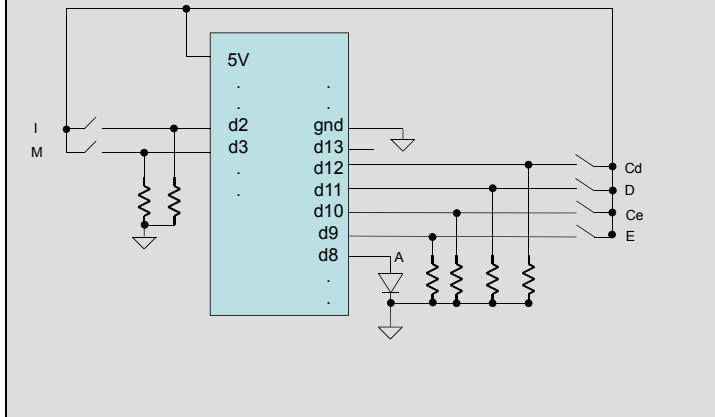
Lógica completa:

“Alarme (A) será acionado se a ignição (I) estiver acionada e a marcha (M) engrenada e o banco esquerdo (E) estiver ocupado e o cinto esquerdo (Ce) não estiver colocado ou o banco direito (D) estiver ocupado e o cinto direito (Cd) não estiver colocado”

Em processing: $A = I \ \&\& \ M \ \&\& \ ((E \ \&\& \ !Ce) \ || \ (D \ \&\& \ !Cd))$



Implementação no Arduino:



```

boolean A, I, M, E, Ce, D, Cd ;

void setup()
{
  pinMode(8,OUTPUT);
  pinMode(9,INPUT);
  pinMode(10,INPUT);
  pinMode(11,INPUT);
  pinMode(12,INPUT);
  pinMode(2,INPUT);
  pinMode(3,INPUT);
}

void loop()
{
  I = digitalRead(2);
  M = digitalRead(3);
  E = digitalRead(9);
  Ce = digitalRead(10);
  D = digitalRead(11);
  Cd = digitalRead(12);

  A = I && M && ((E && !Ce) || (D && !Cd));
  digitalWrite(8,A);
}

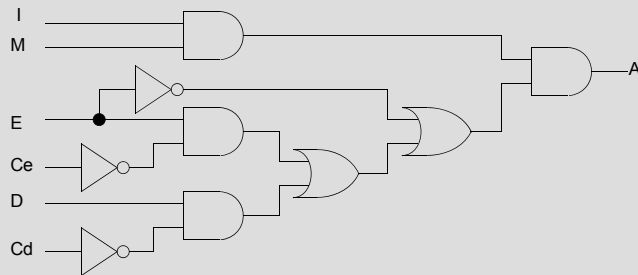
```

Controvérsia:

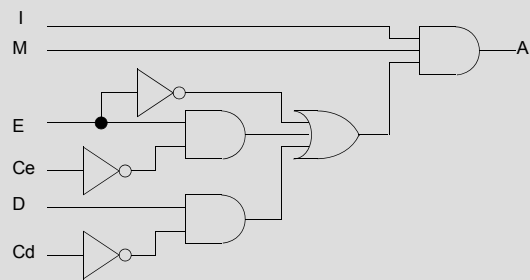
Seria conveniente acionar alarme se ignição estiver ligada e motor engrenado e banco esquerdo desocupado

Modificação da lógica:

em *processing*: $A = I \ \&\& \ M \ \&\& \ (IE \ || \ (E \ \&\& \ !Ce) \ || \ (D \ \&\& \ !Cd))$



Representação alternativa



Possibilidade: Alarme sonoro

```
void setup()
{
  pinMode(8,OUTPUT);
}

void loop()
{
  digitalWrite(8,HIGH);
  delayMicroseconds(500);
  digitalWrite(8,LOW);
  delayMicroseconds(500);
}
```

No código:

```
.
A = I && M && (!(E) || (E && !Ce) || (D && !Cd));
if(A==HIGH)
{
  digitalWrite(8,HIGH);
  delayMicroseconds(500);
}
digitalWrite(8,LOW);
delayMicroseconds(500);
}
```

Anexo III – Questionário Pré-Atividade

Questionário

Nome *

Sexo

- Masculino
 Feminino

Idade *

Escolaridade *

- E. Médio Incompleto
 E. Médio Completo
 E. Superior Incompleto
 E. Superior Completo
 Mestrado Incompleto
 Mestrado Completo
 Doutorado Incompleto
 Doutorado Completo

Curso de graduação *

(ex: Design, Comunicação, Engenharia, etc)

Profissão *

Classifique sua experiência com as seguintes áreas do conhecimento antes de estudar esta disciplina *

	Nunca estudou	Já estudou, mas não lembra	Já estudou, lembra, mas não usa	Já estudou, lembra e usa
Lógica Formal	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Eletrônica	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Programação	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Quantas vezes você já utilizou os seguintes dispositivos? *

	Nunca	De 1 a 5 vezes	Mais de 5 vezes
Celular Touchscreen	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Celular com Caneta	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Tablet Touchscreen	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Tablet com Caneta	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Monitor Touchscreen	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Quadro Interativo Touchscreen	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Quadro Interativo com Caneta	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Você assistiu à aula de Lógica Formal (Booleana) e Portas Lógicas do dia 02/09? *

(Aula passada)

- Sim
 Não

PRÉ-TESTE

ESDI - 09.09.10

Exercício 1: Construa a tabela verdade da sentença (A ou B):

A	B	A∨B (A ou B)
F	F	
F	V	
V	F	
V	V	

Exercício 2: Construa a tabela verdade da sentença (A ou B) e C) para as entradas abaixo:

A	B	C	(A∨B)∧C ((A ou B) e C)
F	F	F	
F	V	V	

Exercício 3: Qual a saída deste circuito (0 ou 1)?

Exercício 4: Monte a sentença ou o circuito lógico que correspondente à seguinte afirmativa em linguagem natural “A luz de um corredor deve ser acesa quando alguém estiver transitando por ele e o ambiente não estiver claro.” Considere A = “alguém estiver transitando” e B = “o ambiente estiver claro” e C = “A luz estar acesa”. Escreva C em termos de A e B.

Exercício 5:

Numa instalação artística, o artista resolveu explorar a colaboração dos visitantes de sua exposição. Para isto, utilizou 3 cubos de 2x2x2m nos quais os visitantes podem entrar. No primeiro cubo ele instalou uma caixa de som que toca uma música; nos outros dois ele instalou 2 luminárias que são controladas pelos visitantes através de um botão. Monte a sentença ou circuito lógico correspondente à seguinte afirmativa em linguagem natural:

O visitante do primeiro cubo escuta música (o caixa de som está tocando) quando:

- os 2 visitantes, 1 em cada cubo, estão com suas luzes acesas (botões ligados ao mesmo tempo);
- os 2 visitantes, 1 em cada cubo, estão com suas luzes apagadas (botões desligados ao mesmo tempo).

Monte o circuito ou a sentença lógica de $A = \text{"Caixa de som do cubo 1 tocando"}$ em termos de $B = \text{"Cubo 2 ocupado"}$, $C = \text{"Cubo 3 ocupado"}$, $D = \text{"Cubo 2 com luz acesa"}$, $E = \text{"Cubo 3 com luz acesa"}$

Anexo V – Atividade de Aprendizagem

Exercício

1) Vamos descobrir como funciona a porta lógica XOR (ou exclusivo). Sabendo que A e B são variáveis booleanas (Assumem valor “1” se verdadeiras e “0” se falsas):

(a) Monte no Blogics! o circuito lógico correspondente à sentença: A xor B onde A e B são variáveis booleanas.

(b) Teste o funcionamento do circuito com diferentes entradas (blocos “0” e “1”) para preencher abaixo a tabela-verdade da sentença.

A	B	A XOR B
0	0	
0	1	
1	0	
1	1	

(c) Troque o bloco de saída por um bloco “LED” e observe seu funcionamento ao alterar o valor de uma das entradas

(d) Troque uma das entradas por um bloco “interruptor”, ligando-o à porta lógica através de um fio. Observe o funcionamento do bloco “LED” ao ligar e desligar o interruptor com um bloco “dedo”.

Você foi contratado para montar os circuitos lógicos correspondentes às situações descritas a seguir. Você usará o Blogics! para simular e mostrar o funcionamento para João, seu cliente. Observe que:

- as entradas precisam ser simuladas utilizando os sensores adequados para cada situação;
- as saídas precisam ser simuladas utilizando os atuadores adequados para cada situação;

Crie um arquivo novo, selecionando a opção “Novo” na aba “Ferramentas”.

2) Duas salas de um museu são vigiadas por um segurança. Este segurança deve estar sempre presente em uma das duas salas e não pode receber visitas. O sistema de segurança dispõe de um sensor de presença em cada sala e aciona um alarme se:

- as duas salas estiverem vazias simultaneamente (não é detectado ninguém nem numa sala nem em outra, indicando que o segurança sumiu).
- as duas salas estiverem ocupadas simultaneamente (por exemplo, 1 pessoa cada sala, indicando que o segurança está em uma e o ladrão está em outra).

O alarme também soa quando o segurança aciona um botão para indicar que há outra pessoa na mesma sala que ele (um ladrão).

3) O verão é a época em que mosquitos são uma constante perturbação. Um sistema acionará o ventilador do seu cliente:

(a) Se fora da casa do João estiver quente, úmido e não estiver claro.

(b) Modifique o circuito para que o ventilador só funcione se houver alguém na sala.

PÓS-TESTE

ESDI - 09.09.10

Exercício 1: Construa a tabela verdade da sentença (A ou B):

A	B	$A \vee B$ (A e B)
F	F	
F	V	
V	F	
V	V	

Exercício 2: Construa a tabela verdade da sentença ((A e B) ou C):

A	B	C	$(A \wedge B) \vee C$ ((A e B) ou C)
F	F	F	
F	V	V	

Exercício 3: Qual a saída deste circuito (0 ou 1)?

Exercício 4: Monte a sentença ou circuito lógico que correspondente à seguinte afirmativa em linguagem natural “Um alarme é acionado quando for detectada fumaça num ambiente e não houver ninguém lá.” Monte a saída de C = “Alarme acionado” em termos de A = “Fumaça detectada” e B = “Alguém presente”.

Exercício 5:

Numa instalação artística, o artista resolveu explorar a colaboração dos visitantes de sua exposição. Para isto, utilizou 3 cubos de 2x2x2m nos quais os visitantes podem entrar. No primeiro cubo ele instalou uma caixa de som que toca uma música; nos outros dois ele instalou 2 luminárias que são controladas pelos visitantes através de um botão. Monte a sentença ou circuito lógico correspondente à seguinte afirmativa em linguagem natural:

O visitante do primeiro cubo escuta música (a caixa de som está tocando) quando:

- um visitante está com a luz acesa enquanto o outro está com a luz apagada (um botão ligado e o outro desligado ao mesmo tempo)

Monte o circuito ou a sentença em termos de A = “Cubo 1 com caixa de som tocando”, B= “Cubo 2 ocupado”, C = “Cubo 3 ocupado”, D = “Cubo 2 com luz acesa” e E = “Cubo 3 com luz acesa”.

Anexo VII – Questionário Pós-Atividade

Blogics! - Questionário Pós-Exercício

Obrigada por sua participação no estudo de caso da aula de 09.09.10! Este questionário é composto de 10 perguntas abertas e 3 fechadas que foram organizadas em 6 páginas. A página 7 finaliza o questionário. Toda informação é muito bem-vinda, ainda que possa parecer um detalhe. Fique bastante à vontade para ser sincero em suas respostas. O importante é a veracidade das informações.

Havendo dúvida, entre em contato com Denise através do e-mail denise.filippo@gmail.com ou pelo telefone 9927-8740.

Nome *

(reforçamos que o anonimato é garantido na divulgação desta pesquisa)

O que você achou de realizar esta atividade educativa? *

Sobre a Execução do Exercício

O que você achou de fazer este exercício de lógica com um colega? *

O que você achou de fazer este exercício de lógica com o Blogics!? *

O que você achou de fazer este exercício de lógica compartilhando um computador com um colega? *

Sobre o Blogics!

Classifique a facilidade de realizar cada uma das tarefas a seguir no Blogics!

Obs: Deixe em branco caso não tenha realizado a tarefa

	Muito Difícil	Difícil	Neutro	Fácil	Muito Fácil
Criar Blocos	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Remover Blocos	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Mover Blocos	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Alterar valores dos sensores	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Montar circuitos	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Qual a sua opinião sobre as figuras e símbolos utilizados nos blocos? *

- Péssima
- Ruim
- Neutra
- Boa
- Ótima

Explícite o que você mais gostou e menos gostou no Blogics!

Sobre a Colaboração

Como vocês se organizaram para interagir em dupla com a plataforma? *

Como vocês colaboraram para realizar a atividade? *

Sobre a Plataforma (Quadro Interativo)

Quais os benefícios e dificuldades encontradas na colaboração utilizando a plataforma? *

O que achou de utilizar a interface touchscreen? *

Sobre a Plataforma (Desktop)

Quais os benefícios e dificuldades encontradas na colaboração utilizando o desktop? *

Sobre o Aprendizado

O que você aprendeu sobre “circuitos lógicos e lógica booleana” com os exercícios realizados em dupla através do Blogics no quadro interativo? *

Em relação a seu colega de grupo, você considera que: *

- Ele aprendeu mais com você
- Vocês aprenderam um ou com outro de forma equilibrada
- Você aprendeu mais com ele
- Não sei informar

Mais uma vez, obrigado por sua participação!

Caso queira comentar alguma questão que não foi perguntada, utilize o espaço abaixo.

Anexo VIII – Casos de Uso

UC01 – Criar Bloco

Breve Descrição

Este caso de uso se destina a documentar o processo de criação de qualquer tipo de bloco do sistema.

Atores

Estudante

Pré-Condições

Este caso de uso pode ser iniciado em qualquer momento do uso do sistema.

Fluxo de Eventos

Sistema exibe o menu de criação de blocos, a barra de ferramentas e a área de manipulação de blocos.

Estudante seleciona a aba correspondente ao tipo de bloco que deseja criar.

Sistema exibe blocos do tipo correspondente no menu de criação de blocos.

Estudante seleciona o bloco desejado.

Sistema exibe o bloco criado no canto superior esquerdo da área de criação de blocos.

O caso de uso termina.

Figuras

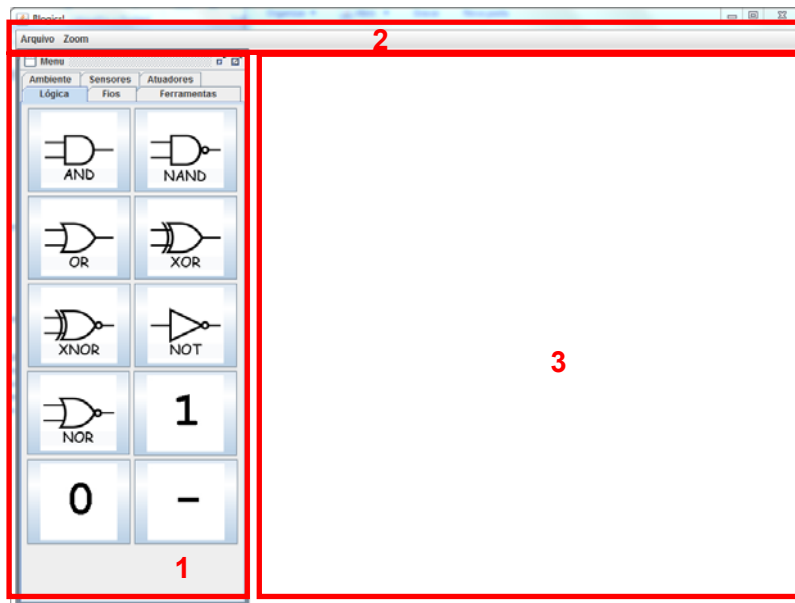


Figura 2 - Menu de criação de blocos (1), barra de ferramentas (2) e área de manipulação de blocos (3).

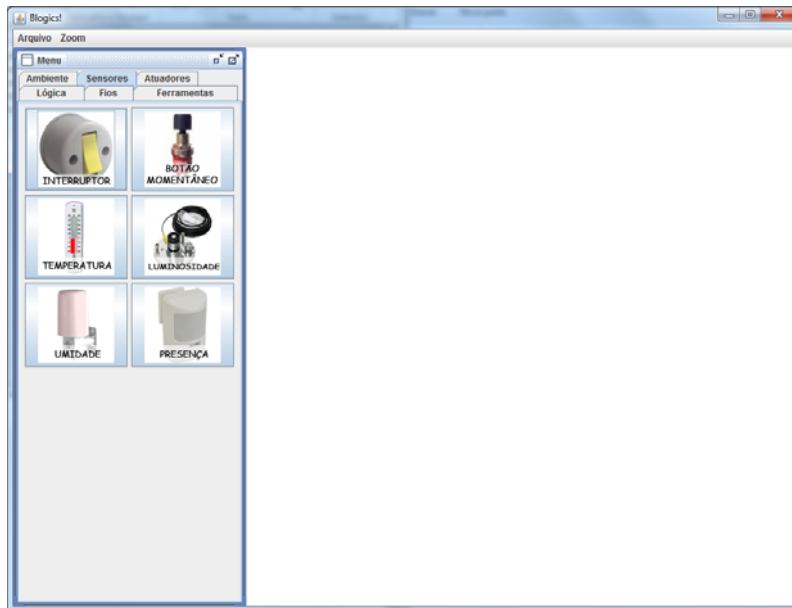


Figura 3 - Estudante seleciona aba "Sensores"

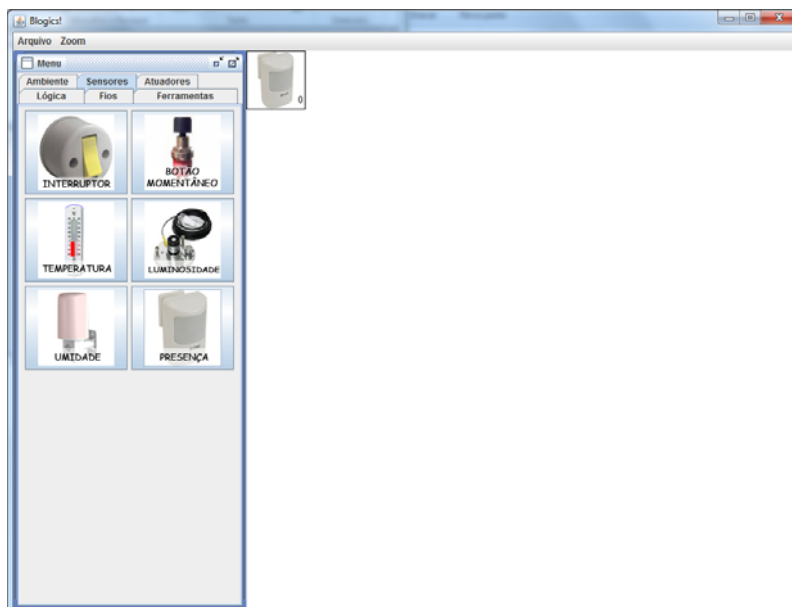


Figura 4 - Estudante cria um "Sensor de Presença"

UC02 – Remover Bloco

Breve Descrição

Este caso de uso se destina a documentar o processo de remoção de qualquer bloco do sistema.

Atores

Estudante

Pré-Condições

Este caso de uso pode ser iniciado a qualquer momento em que haja ao menos um bloco na área de manipulação de blocos.

Fluxo de Eventos

Fluxo Básico

Sistema exhibe o menu de criação de blocos, a barra de ferramentas e a área de manipulação de blocos.

Estudante seleciona a aba "Ferramentas".

Sistema exhibe as opções "Novo", "Salvar", "Abrir" e o bloco "Remover".

Estudante seleciona o bloco "Remover".

Sistema exhibe o bloco criado no canto superior esquerdo da área de criação de blocos.

Estudante conecta o bloco "Remover" ao bloco que deseja remover.

Sistema remove o bloco conectado ao bloco "Remover" da área de manipulação de blocos.

O caso de uso termina.

Fluxo Alternativo

A1 – Remover bloco "Remover"

Se no passo 7 do Fluxo Básico, o Estudante desejar remover o bloco "Remover":

Fluxo de eventos retorna ao passo 2 do Fluxo Básico.

Casos de Uso Relacionados

UC01 – Criar Bloco

UC03 – Conectar Blocos

Figuras

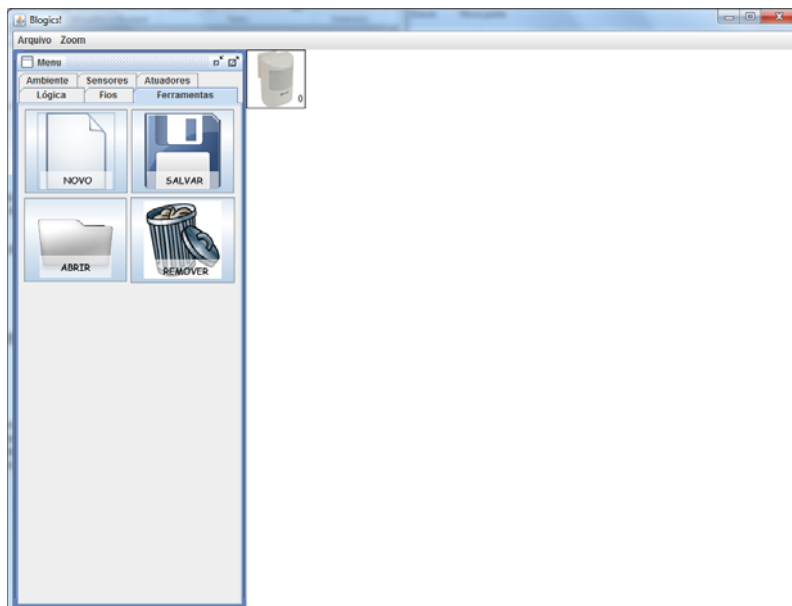


Figura 5 - Aba "Ferramentas"

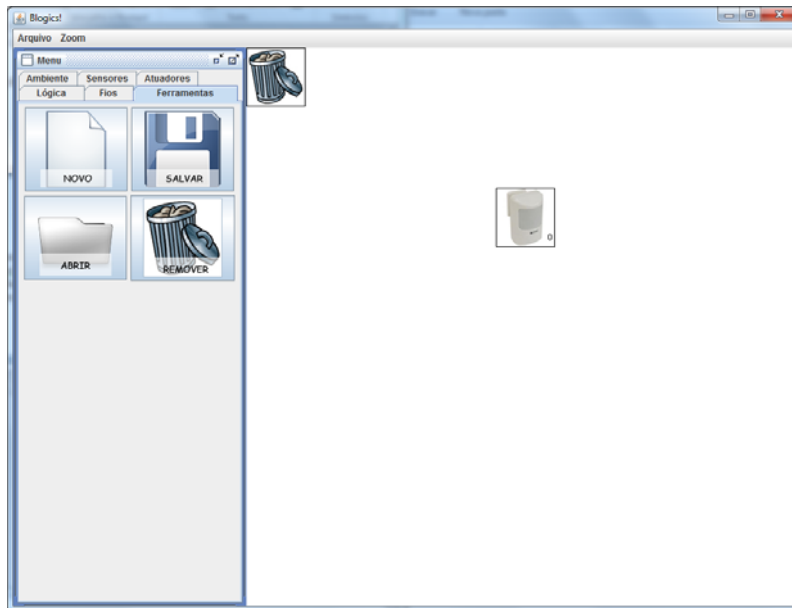


Figura 6 - Bloco "Remover" criado

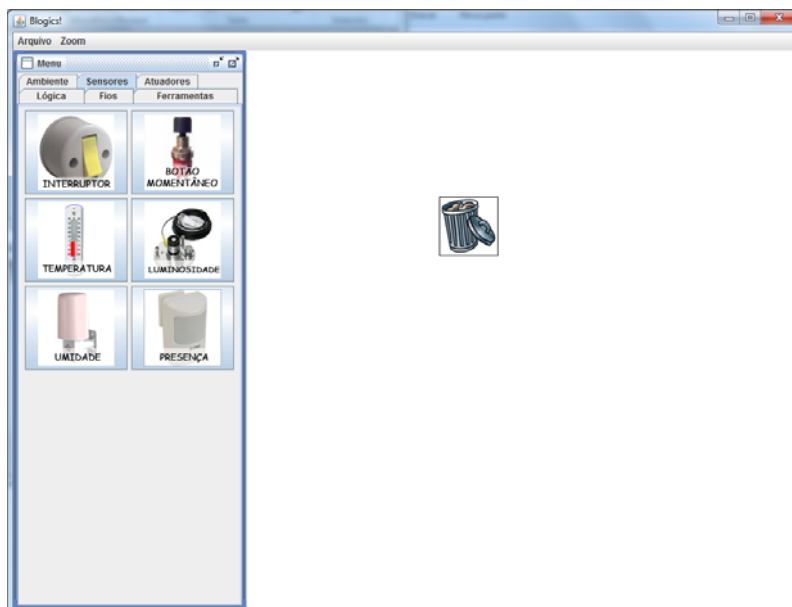


Figura 7 - Sistema remove o bloco "Sensor de Presença" após conectar o bloco "Remover"

UC03 – Conectar Blocos

Breve Descrição

Este caso de uso se destina a documentar o processo de conexão entre blocos do sistema.

Atores

Estudante

Pré-Condições

Este caso de uso pode ser iniciado a qualquer momento em que haja ao menos dois blocos na área de manipulação de blocos.

Fluxo de Eventos

Fluxo Básico

Entradas\Saída	Botão Momentâneo	Temperatura	Luminosidade	Umidade	Presença	LED	Ventoinha	Buzzer	Vibração
Portas Lógicas	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Sim	Sim	Sim
0	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não
1	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não
-	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não
Fios	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Sim	Sim	Sim
Claro	Não	Não	Sim	Não	Não	Não	Não	Não	Não
Escuro	Não	Não	Sim	Não	Não	Não	Não	Não	Não
Frio	Não	Sim	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não
Calor	Não	Sim	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não
Úmido	Não	Não	Não	Sim	Não	Não	Não	Não	Não
Seco	Não	Não	Não	Sim	Não	Não	Não	Não	Não
Alguém	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	Não	Não	Não
Ninguém	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	Não	Não	Não
Dedo	Sim	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não
Interruptor	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não
Botão Momentâneo	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não
Temperatura	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não
Luminosidade	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não
Umidade	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não
Presença	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não
LED	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não
Ventoinha	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não
Buzzer	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não
Vibração	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não

Figuras

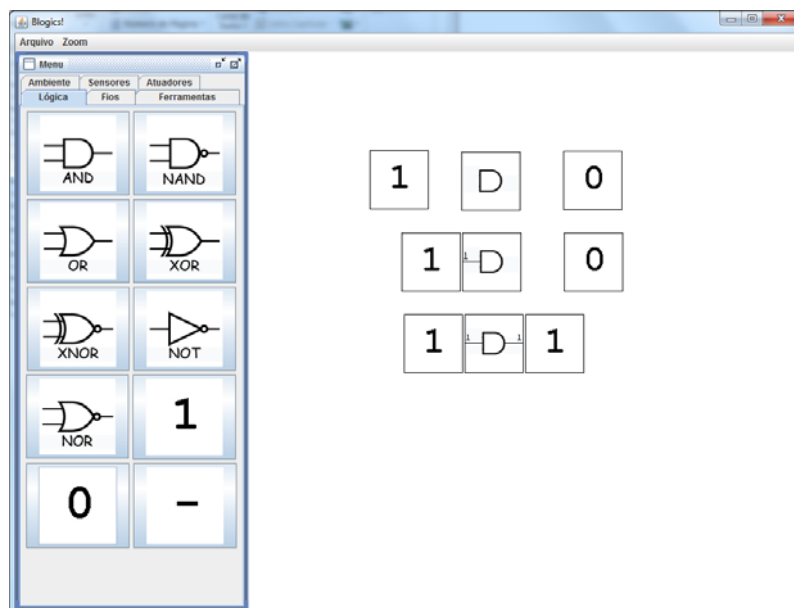


Figura 8 - Conexão de blocos

UC04 – Criar Novo Arquivo

Breve Descrição

Este caso de uso se destina a documentar o processo de criação de um novo arquivo em branco.

Atores

Estudante

Pré-Condições

Este caso de uso pode ser iniciado a qualquer momento.

Fluxo de Eventos

Fluxo Básico

Sistema exibe o menu de criação de blocos e a área de manipulação de blocos.

Estudante seleciona o menu “Ferramentas”.

Sistema exibe as opções “Novo”, “Salvar”, “Abrir” e o bloco “Remover”.

Estudante seleciona a opção “Novo”.

Sistema remove todos os blocos da área de manipulação de blocos.

O caso de uso termina.

UC05 – Alterar Zoom

Breve Descrição

Este caso de uso se destina alterar o zoom de visualização da área de manipulação de blocos e, por conseguinte, o tamanho dos blocos na tela.

Atores

Estudante

Pré-Condições

Este caso de uso pode ser iniciado a qualquer momento.

Fluxo de Eventos

Fluxo Básico

Sistema exibe o menu de criação de blocos, a barra de ferramentas e a área de manipulação de blocos.

Estudante seleciona a opção “Zoom” na barra de ferramentas.

Sistema exibe as opções “Ícones Grandes”, “Ícones Médios” e “Ícones Pequenos”.

Estudante seleciona o tamanho de ícones desejado.

Sistema ajusta o tamanho e posição dos blocos na área de manipulação de blocos.

O caso de uso termina.