



UNIVERSIDADE DO VALE DO TAQUARI - UNIVATES  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS EXATAS – MESTRADO

## **A utilização da domótica como estratégia didática no ensino de automação por meio de CLP**

### **The use of home automation as a didactic strategy in the teaching of automation via CLP**

**Luís Gustavo Fernandes dos Santos<sup>1</sup>, Italo Gabriel Neide<sup>2</sup>, Márcia Jussara Hepp Rehfeldt<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Mestrando em Ensino de Ciências Exatas - Universidade do Vale do Taquari – Univates – gustavo\_tai@yahoo.com.br

<sup>2</sup>Doutor em Ciências (ênfase em Física) – Universidade do Vale do Taquari – Univates – italo.neide@univates.br

<sup>3</sup>Doutora em Informática na Educação – Universidade do Vale do Taquari – Univates – mreinfeld@univates.br

#### **Finalidade**

Desenvolver um projeto voltado ao ensino de automação a partir da construção de um painel eletroeletrônico responsável por interligar os circuitos elétricos existentes/implantados na sala de aula, tornando-a automatizável por meio de um Controlador Lógico Programável (CLP). Ademais há uma sequência de atividades propostas (10 encontros) no intuito de integrar a técnica de automação seqüencial, denominada de Gráfico Funcional de Comando Etapa-Transição (GRAFCET) no sentido de contextualizar aplicações lógicas voltadas ao ambiente residencial – domótica.

#### **Contextualização**

Atualmente a automação está presente em nossa vida cotidiana e o seu uso expressivo vem contribuindo diretamente com os avanços significativos divulgados pela ciência e



**UNIVERSIDADE DO VALE DO TAQUARI - UNIVATES**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS EXATAS – MESTRADO**

tecnologia. Sua utilização beneficia diferentes áreas como, por exemplo: Telecomunicações, sistemas bancários, indústria alimentícia, automobilística, equipamentos médico-hospitalares, entretenimento, residências inteligentes entre outras.

Nesse sentido, o ensino da automação requer o desafio diário de repensar a práxis pedagógica, exigindo a atualização técnica constante do professor e a busca por ferramentas diferenciadas que favoreçam práticas de ensino e de aprendizagem. A estratégia normalmente utilizada nos cursos técnicos é a de ensino por meio de *kits* didáticos, trazendo bons frutos, entretanto não correspondendo a uma situação/ambiente real o qual se faria ideal/necessário para o futuro técnico.

Em consonância com o cenário exposto, a domótica apresentou-se como uma possibilidade e aliou-se como uma ferramenta alternativa, pois por meio dela foi possível trazer situações reais do dia a dia, para dentro da sala de aula. Partindo da priori de promover os alunos de sujeitos passivos a protagonistas (DEMO, 1998), frente um ambiente real (sala de aula) por meio da aplicação de técnicas de automação e controle discreto, modificou-se a estrutura física do ambiente de aula tradicional, configurando-a em sala automatizável via CLP.

Logo, este estudo objetivou-se por verificar quais as implicações em desenvolver e utilizar uma sala de aula automatizável por meio de CLP, explorando os princípios domóticos na disciplina de Automação II de um curso Técnico em Mecatrônica. Pois, haja vista que os alunos apresentavam dificuldades em fazer correlações entre as características físicas apresentadas por um elemento eletroeletrônico (sensor, lâmpada, sirene, motor, entre outros) e a sua representação/função lógica, visualizada no ambiente virtual.

Durante a pesquisa fez-se a construção/desenvolvimento de um painel eletroeletrônico e a instalação física de sensores (infravermelhos e magnéticos) e posteriormente a comunicação destes com o equipamento didático da empresa Altus, denominado de *Training Box DUO*, composta por CLP programável via *software Master Tool IEC*. Realizou-se a intervenção pedagógica em duas turmas de uma escola pública de ensino técnico, localizada



**UNIVERSIDADE DO VALE DO TAQUARI - UNIVATES**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS EXATAS – MESTRADO**

no município de Charqueadas/RS. A intervenção foi realizada em dez encontros (2h e 15 min – cada), contando com a participação de 19 alunos.

### **Objetivo**

Socializar um material didático que favoreça o ensino em automação e controle discreto, por meio de ambiente real de aprendizagem via CLP.

### **Detalhamento**

A proposta aqui apresentada divide-se em dez aulas, sendo esta oriunda de uma pesquisa de Mestrado em Ensino de Ciências Exatas. No Quadro 1 apresenta-se as atividades, recursos e objetivos realizados durante o desenvolvimento da pesquisa.

Quadro 1 – Atividades desenvolvidas durante a intervenção pedagógica

Aulas	Atividades	Recursos	Objetivos
Aula 1	- Apresentação do Projeto de Pesquisa, dos materiais e <i>software</i> que serão utilizados durante a intervenção pedagógica; - Questionário para identificação de conhecimentos prévios. (Apêndice A)	- Caneta - Lápis	-Incentivar o aluno a participar da pesquisa, enfatizando sua importância; - Verificar os conhecimentos prévios dos alunos com relação à eletrônica de potência, domótica, instalações elétricas e programação de CLP.
Aula 2	-Apresentação de vídeos de residências automatizadas; -Aula expositiva dialogada de GRAFCET. (Apêndice B)	- Quadro e <i>datashow</i> - computador	-Apresentar sistemas sequenciais por meio da linguagem GRAFCET.



**UNIVERSIDADE DO VALE DO TAQUARI - UNIVATES**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS EXATAS – MESTRADO**

Aulas	Atividades	Recursos	Objetivos (Continuação)
Aula 3	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Práticas de utilização do GRAFCET;</li> <li>- Proposição do início da montagem do painel elétrico (<i>IN/OUT</i> digital). (Apêndices B, C)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Quadro</li> <li>- computador</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Discutir diferentes aplicações utilizando GRAFCET;</li> <li>- Observar a compreensão dos alunos acerca dos tópicos elencados na aula anterior;</li> <li>- Apresentar aos alunos como se dará a comunicação entre a <i>Training Box</i> DUO e os elementos físicos da sala.</li> </ul>
Aula 4	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Descrição da técnica para transcrever programas em GRAFCET para a linguagem <i>Ladder</i>;</li> <li>- Montagem do painel elétrico (<i>IN/OUT</i> digital). (Apêndice C)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Quadro e <i>datashow</i>.</li> <li>- Computador</li> <li>- Software <i>Master Tool</i> IEC</li> <li>- <i>Training Box</i></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Apresentar técnica de transcrição de linguagem GRAFCET para <i>Ladder</i>;</li> <li>- Socializar técnicas utilizadas na montagem de painéis elétricos.</li> </ul>
Aula 5	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Apresentação de 3 proposições de cenários a serem implementados lógica e fisicamente;</li> <li>- Divisão da turma em 3 grupos;</li> <li>- Sorteio de um cenário a ser implementado por grupo;</li> <li>- Montagem do painel elétrico (<i>IN/OUT</i> digital). (Apêndices C, D)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Quadro e <i>datashow</i>.</li> <li>- Computador</li> <li>- Software <i>Master Tool</i> IEC</li> <li>- <i>Training Box</i> DUO</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Promover a construção em grupos do GRAFCET e, posteriormente, o <i>Ladder</i> específico de cada cenário;</li> <li>- Incentivar os aprendizes a identificar quais materiais e instalações serão necessárias para implementar o cenário;</li> <li>- Socializar técnicas utilizadas na montagem de painéis elétricos.</li> </ul>



**UNIVERSIDADE DO VALE DO TAQUARI - UNIVATES**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS EXATAS – MESTRADO**

Aulas	Atividades	Recursos	Objetivos (Continuação)
Aula 6	-Instalação física dos sensores; -Montagem do painel elétrico (IN/OUT digital). (Apêndices C, D, E)	- Furadeira -Rebitadeira -Rebites Cabeamento -Parafuso -Bucha 6 mm -Multímetro -Computador -Software <i>Master Tool</i> IEC -Training Box DUO	- Propiciar/verificar a aptidão manual que é considerado um dos fatores imprescindíveis na formação do futuro técnico em mecatrônica; - Trabalhar em equipe; - Instalar e testar o funcionamento dos sensores após instalação; - Realizar a Integração dos sensores a <i>Training Box</i> DUO.
Aula 7	- Práticas de utilização da tela gráfica interativa utilizando o <i>Master Tool</i> IEC; -Montagem do painel (IN/OUT digital); -Início da transcrição do GRAFCET para <i>Ladder</i> . (Apêndice C, D)	-Quadro - <i>Datashow</i> -Computador -Software <i>Master Tool</i> IEC -Training Box DUO	- Fomentar a criatividade ao desenhar a tela gráfica no <i>software</i> ; -Socializar técnicas utilizadas na montagem de painéis elétricos.
Aula 8	- Realização da integração do <i>software</i> com o <i>hardware</i> instalado; -Transcrever do GRAFCET para <i>Ladder</i> . (Apêndice C, D).	-Computador - <i>software</i> <i>Master Tool</i> IEC -Training Box DUO	- Fomentar a pesquisa nos alunos durante a integração das tecnologias
Aula 9	-Realização da integração do <i>software</i> com o <i>hardware</i> instalado; -Transcrever do GRAFCET para <i>Ladder</i> ; (Apêndice C, D).	-Computador - <i>software</i> <i>Master Tool</i> IEC -Training Box DUO	- Fomentar a pesquisa nos alunos durante a integração das tecnologias



UNIVERSIDADE DO VALE DO TAQUARI - UNIVATES  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS EXATAS – MESTRADO

Aulas	Atividades	Recursos	Objetivos (Continuação)
Aula10	<ul style="list-style-type: none"><li>- Seminário por grupo de cada cenário;</li><li>- Entrega do relatório das atividades desenvolvidas;</li><li>- Questionário de satisfação. (Apêndice F)</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- <i>Datashow</i>;</li><li>- Computador;</li><li>- <i>Software</i>;</li><li><i>Master Tool</i> IEC;</li><li>- <i>Training Box</i> DUO.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Reconhecer o trabalho realizado em equipe;</li><li>- Interpretar/analisar os dados do relatório;</li><li>- Investigar a reação dos alunos acerca das atividades desenvolvidas durante a prática pedagógica desenvolvida.</li></ul>

Fonte: Autores da pesquisa, 2016

No sentido de verificar os conhecimentos prévios dos alunos, foi realizado um questionário (Apêndice A), após análise verificou-se que na questão de lógica de programação, os alunos demonstraram domínio do assunto. Entretanto, o mesmo não ocorreu observando as respostas das questões de *hardware*, nas quais havia a necessidade de conhecimento concreto em eletroeletrônica, pois não sabiam como interligar ou mesmo qual componente utilizar quando se utiliza tensões contínua e/ou alternada.

Logo, como forma de motivá-los para a pesquisa, trouxe-se vídeos de residências automatizadas por módulos descentralizados (Bticino), logo foram feitos questionamentos pelos alunos sobre o funcionamento dos dispositivos e se poderiam realizar tais automatismos em suas próprias casas. Após, correlacionou-se os vídeos com uma aula expositiva dialogada (Apêndice B), sobre como modelar situações cotidianas, por meio da linguagem normalizada GRAFCET.

Em encontro posterior, se apresentou quatro atividades de modelagem em GRAFCET (Apêndice B) a serem realizadas de maneira individual, as quais possibilitou-lhes permear por diferentes situações de nível industrial a residencial. Por conseguinte, socializaram suas estratégias de resolução verificando que existem diferentes formas de modelar uma mesma situação e de que todas são possíveis e corretas.



**UNIVERSIDADE DO VALE DO TAQUARI - UNIVATES**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS EXATAS – MESTRADO**

Ainda neste encontro, propôs-se a criação de um painel eletroeletrônico centralizado, no qual deveria conter todas as entradas e saídas da sala de aula, as quais seriam utilizadas/instaladas posteriormente (*IN* - porta, janelas, sensores infravermelhos e *OUT* – iluminação, tomadas e ar-condicionado). Para tanto, solicitou-se inicialmente que todos os alunos de forma individual criassem um *layout* e trouxessem no próximo encontro.

No início do próximo encontro, se socializou todas as possibilidades de *layouts* sugeridas pelos alunos e por meio de votação se escolheu qual seria desenvolvido. Neste encontro foi apresentada a técnica de conversão da linguagem GRAFCET em *Ladder*, pois se fez importante salientar que nem todos os CLPs permitem a programação por GRAFCET, mas que praticamente em sua totalidade podem ser programados em *Ladder*.

Por conseguinte, em grupos de três alunos (20 min por grupo) estes iniciaram a montagem do painel eletroeletrônico (Apêndice C), durante os próximos três encontros dedicaram-se a finalizar a montagem esta supervisionada pelo professor. Neste momento percebeu-se que muitos jamais haviam utilizado o ferro de soldar (estanho) e também não sabiam desencapar, por meio de alicate os fios para realizar a interligação entre os elementos que compunham o painel. Logo, se socializou as técnicas utilizadas para realizar a montagem de um painel.

Posteriormente, separou-se a turma em grupos de três alunos escolhidos por afinidade, e se apresentou três cenários (Apêndice D) os quais em momento futuro seriam apresentados em seminário de forma física e lógica pelos alunos. Os grupos realizaram a modelagem em GRAFCET das sugestões apresentadas e, por conseguinte socializaram as respostas, percebendo que havia diferentes possibilidades para cada cenário. Após, realizou-se o sorteio dos cenários para que cada grupo dissipasse energia em apenas um único cenário.

Na aula 6 (Apêndice E) os alunos instalaram os sensores fisicamente. De acordo com cada cenário sorteado cada grupo de alunos instalaram os sensores respectivos. Percebeu-se para tanto, a motivação deles ao utilizarem a furadeira, rebidadeira, chave de fenda, trena para medir a altura dos sensores infravermelhos e cabeamento (cabo de rede).



**UNIVERSIDADE DO VALE DO TAQUARI - UNIVATES**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS EXATAS – MESTRADO**

Nas aulas 7, 8 e 9 se concentraram na passagem de GRAFCET para *Ladder*, realizando a integração de tecnologia entre o painel desenvolvido, os sensores instalados fisicamente e o *software* dedicado para cada cenário proposto. Esta foi à atividade em que os alunos manifestaram maior dificuldade, pois a programação em conjunto com a tela gráfica e a interação a ser proporcionada por cada cenário deveria estar em consonância para que houvesse o funcionamento especificado em cada cenário.

O seminário ocorreu na 10ª aula e configurou-se como o momento de externar as diversas experiências vivenciadas por cada grupo ao longo da intervenção. Nesta aula os alunos apresentaram aos demais colegas como procederam frente a pesquisa referente ao cenário sorteado. A apresentação foi concluída com a demonstração prática, momento em que a sala de aula “transformou-se” no cenário proposto, propiciando a interação dos componentes do grupo com os sensores previamente instalados, resultando nas ações programadas e visualizadas na iluminação, ar-condicionado, tomadas, sirene e sintetizador de voz.

### **Resultados obtidos**

O uso da integração de tecnologias no ensino de automação e em especial a domótica repercutiu expressivamente no aumento da predisposição dos alunos em aprender, segundo certificou-se neste estudo. A interação dos alunos com o ambiente de sala aula automatizado, corroborou com a contextualização por práticas cotidianas (cenários reais automatizados) de maneira que fortalecesse na aprendizagem da automação, por meio da domótica.

Acredita-se que a participação efetiva dos alunos em todas as etapas que contemplaram a intervenção pedagógica, foi o que tornou possível a exequibilidade desta pesquisa. Durante este processo, os alunos passaram de objetos a sujeitos como sugere Demo (1998), pois as habilidades requeridas foram trabalhadas e alcançadas ao término de cada etapa.





**UNIVERSIDADE DO VALE DO TAQUARI - UNIVATES**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS EXATAS – MESTRADO**

No entanto é importante ressaltar que os alunos ao sortearem os cenários ficaram apreensivos sugerindo a hipótese de não conseguirem concluir, porém conforme Demo (1998) afirma que, para existir aprendizagem de algo novo, faz-se necessário desconstruir e reconstruir constantemente o conhecimento, ou seja, estimular a prática investigativa com vistas a tornar o aluno sujeito do seu (próprio) processo de aprendizagem teve que ser constantemente revisitada em cada encontro.

Logo, em efeito comparativo da análise do seminário com os conhecimentos prévios, percebi que os alunos demonstraram segurança e predisposição na execução das atividades. Provavelmente em decorrência da intervenção pedagógica, foi possível desenvolver o lado pesquisador, tanto nas questões de *hardware*, quanto no desenvolvimento das programações em *software*.

Ademais, a proposição da parceria entre professor e alunos, fez com que estes fossem protagonistas (DEMO, 1998) e que sua participação tivesse extrema importância para o resultado previsto. Pois desde o início quando foi sugerido o *layout* do painel elétrico e em seguida por votação escolhido, logo se tornou real, e somente por intermédio dele é que foi possível desenvolver os cenários reais propostos pelas situações-problema, ou seja, fez-se algo concreto a partir de uma simples imagem elaborada pelos alunos.

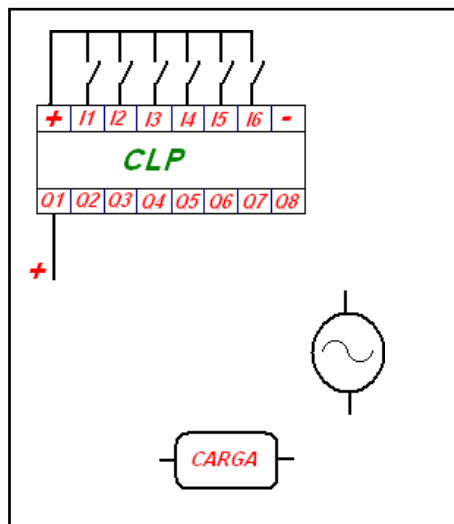
## **Referências**

DEMO, Pedro. **Educar pela pesquisa**. 3. ed. São Paulo: Autores Associados, 1998.

SANTOS, F. Luís Gustavo. **O Ensino da Automação por meio da Domótica num Curso Técnico**. 2017. 128 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências Exatas) – Centro Universitário Univates, Lajeado, abril de 2017.

APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO DE IDENTIFICAÇÃO DE CONHECIMENTOS  
PRÉVIOS – Aula 1

- 1) Qual o componente(s) ou dispositivo(s) você utilizaria para realizar a comutação (potência) que permitiria acionar uma carga monofásica a partir da saída de um CLP a transistor (24VCC)? Utilize as figuras abaixo para ilustrar sua resposta, comentando o funcionamento do circuito.



Fonte: Autores da pesquisa, 2015.

- 2) Descreva o que você entende sobre domótica.

---

---

---

---



**UNIVERSIDADE DO VALE DO TAQUARI - UNIVATES**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS EXATAS – MESTRADO**

- 3) Utilizando a linguagem *Ladder*, faça um programa que satisfaça o seguinte:
- a) Ao abrir uma porta (sensor *reed-switch*), uma lâmpada é acionada por 10 segundos.
  - b) Ao acionar o sensor infravermelho, a sirene soa por 3 minutos.
- 4) Em aplicações residenciais, utiliza-se o Disjuntor Residual (DR). Qual o motivo de se utilizar esse disjuntor?

---

---

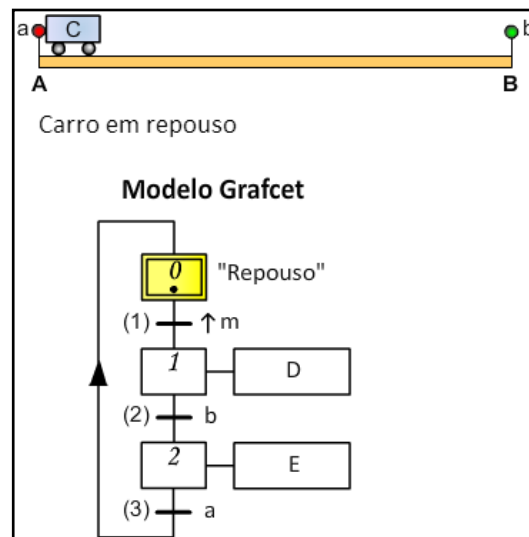
---

---

APÊNDICE B – AULA DISPOSITIVA DIALOGADA SOBRE GRAFCET – Aula 2

A resolução, ou seja, a modelagem que satisfaça a situação-problema será apresentada nas Situações (1–7), mostrando a evolução do GRAFCET de acordo com cada transição satisfeita, ou seja, a lógica da receptividade.

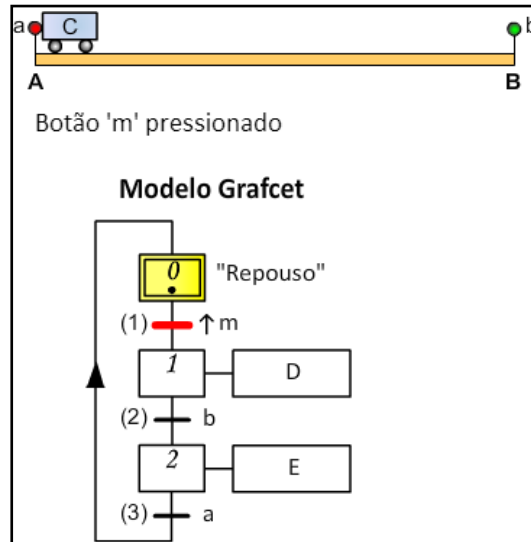
Situação 1 – Carro na posição A, situação de repouso



Fonte: [http://egradfcet.utad.pt/exemplo1\\_1.html](http://egradfcet.utad.pt/exemplo1_1.html)

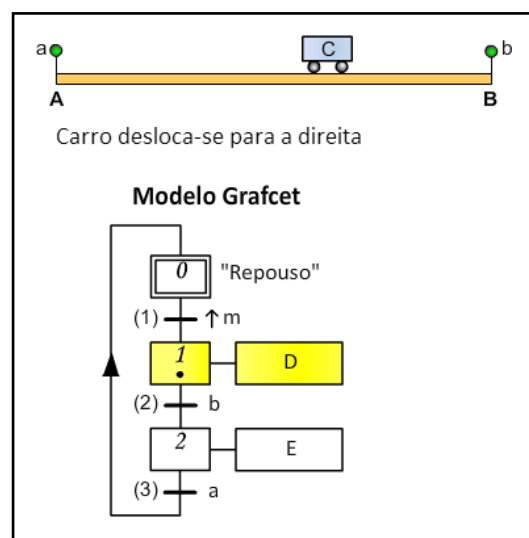
UNIVERSIDADE DO VALE DO TAQUARI - UNIVATES  
 PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS EXATAS – MESTRADO

Situação 2 – Carro na posição A, botão “m” pressionado (transição 1 = ativa)



Fonte: [http://egrafcet.utad.pt/exemplo1\\_1.html](http://egrafcet.utad.pt/exemplo1_1.html)

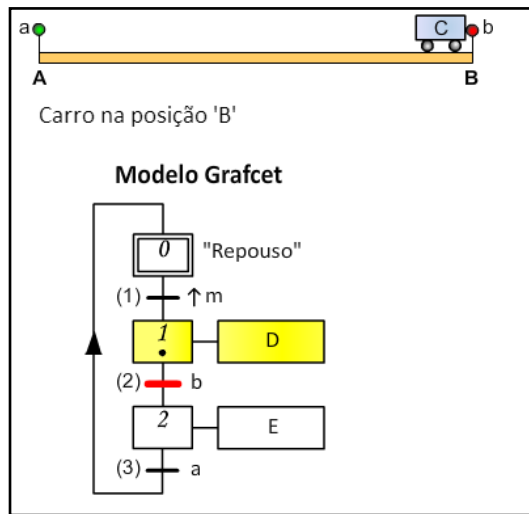
Situação 3 – Carro deslocando-se de A para B (Etapa 1e ação D = ativas)



Fonte: [http://egrafcet.utad.pt/exemplo1\\_1.html](http://egrafcet.utad.pt/exemplo1_1.html)

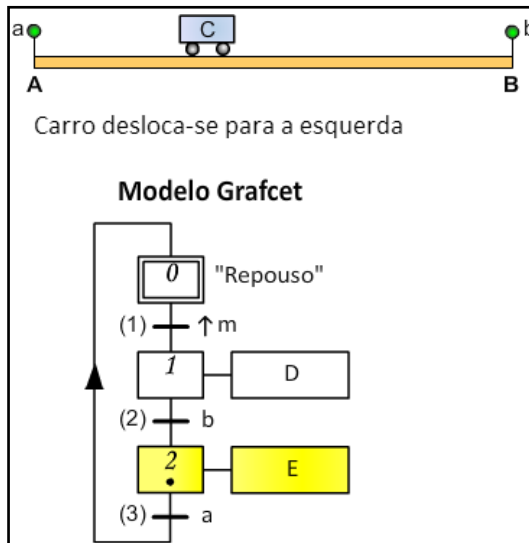
UNIVERSIDADE DO VALE DO TAQUARI - UNIVATES  
 PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS EXATAS – MESTRADO

Situação 4 – Carro alcança posição B, acionando sensor b (transição 2= ativa)



Fonte: [http://egrafcet.utad.pt/exemplo1\\_1.html](http://egrafcet.utad.pt/exemplo1_1.html)

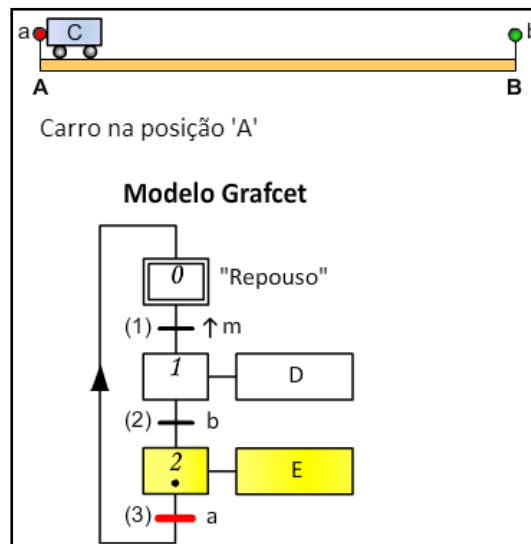
Situação 5 – Carro deslocando-se de B para A (Etapa2 e ação E = ativas)



Fonte: [http://egrafcet.utad.pt/exemplo1\\_1.html](http://egrafcet.utad.pt/exemplo1_1.html)

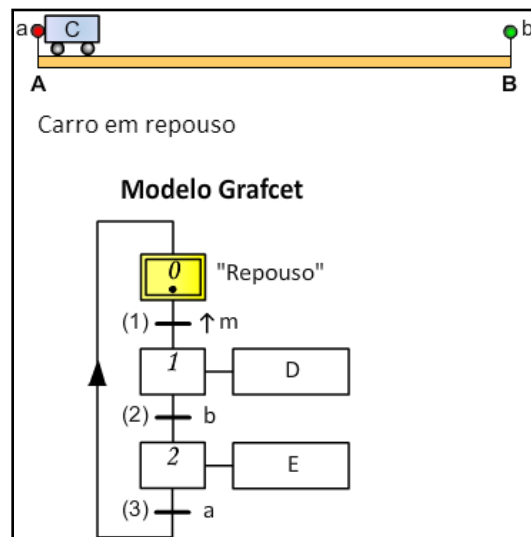
UNIVERSIDADE DO VALE DO TAQUARI - UNIVATES  
 PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS EXATAS – MESTRADO

Situação 6 – Carro alcança posição A, acionando sensor a (transição 3= ativa)



Fonte: [http://egrafcet.utad.pt/exemplo1\\_1.html](http://egrafcet.utad.pt/exemplo1_1.html)

Situação 7 – Carro retorna à posição A, situação repouso



Fonte: [http://egrafcet.utad.pt/exemplo1\\_1.html](http://egrafcet.utad.pt/exemplo1_1.html)



UNIVERSIDADE DO VALE DO TAQUARI - UNIVATES  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS EXATAS – MESTRADO

**APÊNDICE B – ATIVIDADES DE GRAFCET – Aula 3**

**Conteúdo:** GRAFCET

**Materiais:** computador, lápis e caneta.

**Objetivos:**


- Exercitar o raciocínio lógico referente aos sistemas sequenciais discretos;
- Evidenciar a utilização do GRAFCET em quaisquer sistemas sequenciais automatizáveis.

**Atividades:**

Exercícios de sistemas sequenciais discretos, referentes a situações que envolvam a automação de partes de linhas de produção industriais e de equipamentos comumente encontrados no cotidiano como, por exemplo, uma máquina selecionadora de café.

- 1) Elabore o GRAFCET da seguinte situação:

Considere um carro que se pode movimentar entre as posições A e B



Quando a variável  $m$  transita do valor '0' para o valor '1' lógico (apenas quando o botão é pressionado) o carro inicia o movimento e faz o percurso **ABA**.  
Qualquer que seja o valor do botão  $m$  quando o carro chega a **A** este pára e espera pela próxima mudança de variável  $m$  de '0' para '1'

Fonte: [http://egrafcet.utad.pt/Home/Exemplos\\_Ex1](http://egrafcet.utad.pt/Home/Exemplos_Ex1)



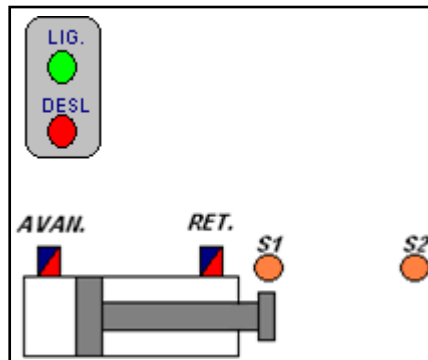


**UNIVERSIDADE DO VALE DO TAQUARI - UNIVATES**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS EXATAS – MESTRADO**

- 2) Ao pressionar o botão ligar (LIG), o cilindro avança do sensor S1 até alcançar o sensor S2, permanecendo nessa posição pelo tempo de 10 segundos. Após, ele retorna para o S1 e para, até o momento em que o botão ligar seja pressionado novamente.

**Obs:**

- O cilindro pneumático é de dupla ação, contendo dois solenóides (*AVAN* e *RET*).
- Ao pressionar o botão ligar, o cilindro executará a sequência somente se a ponta da haste estiver sendo detectada por S1.
- Pressionando o botão desligar (DESL), o cilindro deverá movimentar-se para a posição inicial (S1).



Fonte: Autores da pesquisa, 2015.

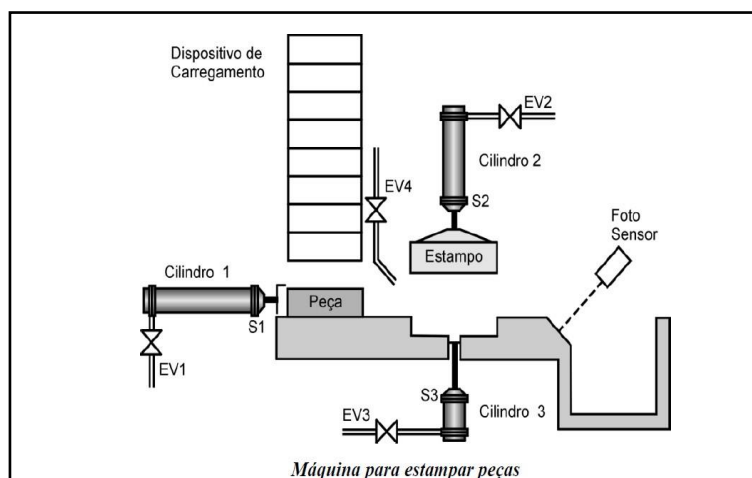
UNIVERSIDADE DO VALE DO TAQUARI - UNIVATES  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS EXATAS – MESTRADO

- 3) Elabore o GRAFCET de um equipamento para estampar peças plásticas, de acordo com o enunciado abaixo:

Um equipamento para estampar peças plásticas é formado por um dispositivo de carregamento de peças (por gravidade), um cilindro 1 (alimentador), um cilindro 2 (estampador), e um cilindro 3 (extrator). Todos os três cilindros são de ação simples com retorno por mola, e tem seu avanço comandado pelas eletroválvulas EV1, EV2 e EV3 respectivamente. A máxima excursão de cada cilindro é monitorada pela atuação dos sensores S1, S2 e S3 do tipo *reed-switch*. A expulsão da peça é realizada por um sopro de ar comprimido, obtido a partir do acionamento da eletroválvula EV4, e efetivamente monitorado pela atuação do fotossensor (FS).

O funcionamento prevê como condição inicial que os cilindros não estejam avançados, ou seja, essa condição traduz que todas as eletroválvulas estejam desligadas.

Assim, com a chave de partida (PTD) acionada a máquina na condição inicial, deve-se iniciar a operação. A sequência consiste em, primeiramente, colocar uma peça no molde, recuar o êmbolo do cilindro alimentador, prensar o estampo sobre a peça (deve-se aguardar um tempo de dois segundos com a peça sendo prensada), atuar o extrator e o bico de ar para retirada da peça pronta.



Fonte: Silveira e Santos (2008)



**UNIVERSIDADE DO VALE DO TAQUARI - UNIVATES**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS EXATAS – MESTRADO**

4) Elabore o GRAFCET de uma máquina dispensadora de bebidas quentes.

Trata-se de uma máquina dispensadora de bebidas quentes que pode fornecer as seguintes opções ao usuário: B1 – café puro, B2 – café com leite e B3 – chocolate quente, escolhida por uma chave seletora (B) de três posições.

O sistema é dotado de cinco reservatórios: R1 – café solúvel, R2 – leite em pó, R3 – chocolate, R4 – açúcar e R5 – água quente. A dosagem de cada produto no copo descartável é feita pela abertura temporizada de válvulas VR1, VR2, VR3, VR4 e VR5 respectivamente. Há também um dispositivo eletromecânico (AC) para alimentação de copo descartável, o qual posiciona corretamente apenas um copo a cada vez que for atuado.

O sistema prevê três níveis de liberação de açúcar: A1 – amargo A2 – doce, A3 – extra doce, ajustado por uma chave seletora (A) de três posições.

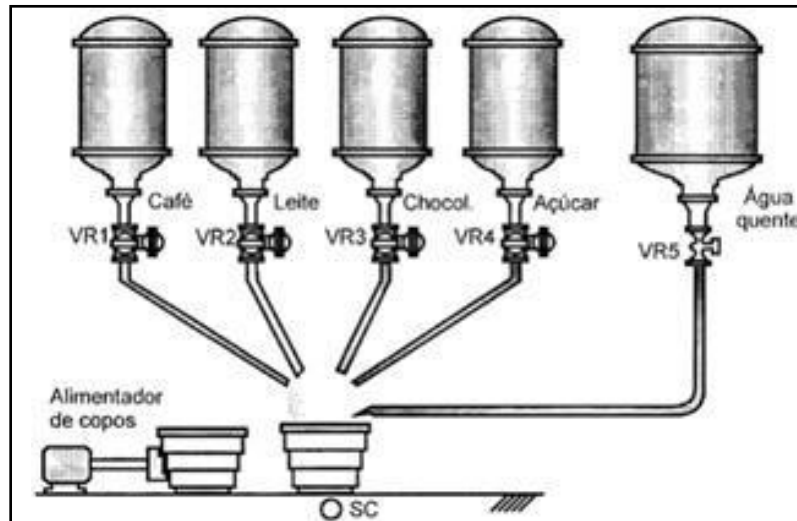
Como condição inicial de funcionamento, um copo deve ser posicionado corretamente, o qual é monitorado pelo sensor SC. Como condição de finalização, o copo deve ser retirado.

Assim, com a condição inicial satisfeita, um nível de açúcar e um tipo de bebida pré-selecionados com o pressionar da botoeira de partida inicia-se o processo de preparo pela abertura temporizada das eletroválvulas.

Primeiro ocorre a liberação de açúcar com os tempos de abertura de VR4 por 4 segundos para doce, 6 segundos para extra doce, e sem liberação para amargo. Após o que, inicia-se então o preparo de uma das seguintes receitas (cada uma com as dosagens na ordem exata em que são apresentadas):

- ✓ Café puro: 3 segundos de café e 5 segundos de água quente.
- ✓ Café com leite: 2 seg. de café, 3 seg. de leite e 7 seg. de água quente.
- ✓ Chocolate: 2 seg. de leite, 3 seg. de chocolate e 6 seg. de água quente.

UNIVERSIDADE DO VALE DO TAQUARI - UNIVATES  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS EXATAS – MESTRADO



Fonte: Silveira e Santos (2008).

Após elaborarem os GRAFCETs, solicitei aos alunos que discutissem os resultados encontrados com os colegas.



**UNIVERSIDADE DO VALE DO TAQUARI - UNIVATES**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS EXATAS – MESTRADO**  
**APÊNDICE C – DESENVOLVIMENTO DE UM PAINEL ELETRO-ELETRÔNICO -**  
**Aulas 3,4,5,7, 8 e 9**

**Conteúdo:** Integração de tecnologias

**Objetivos:**

- Construir painel elétrico contendo bornes de acesso às entradas e saídas, ou seja, o painel conterà acesso digital à mudança de estado dos sensores a serem instalados e ao controle digital de ação *ON/OFF* de potência da iluminação, tomadas e ar-condicionado;
- Atestar que os estudantes participarão de todas as etapas responsáveis por tornar o ambiente automatizável;
- Estimular a criatividade dos aprendizes na participação da criação do *layout* do painel a ser montado.

**Atividades:**

- 1) A partir da terceira aula, iniciarei a atividade de construção de um painel elétrico junto aos alunos. Essa atividade será feita paralelamente às demais atividades planejadas durante a intervenção.
- 2) Socializou-se com os alunos, técnicas de instalações elétricas empregadas na construção de um painel elétrico, contendo o acesso digital das entradas provenientes de sensores e interruptores, e as saídas digitais para iluminação, ar-condicionado e tomadas da sala de aula.
- 3) Solicitou-se aos alunos que trouxessem exemplos de *layouts* que correspondessem aos dispositivos a serem instalados nesse painel.
- 4) De acordo com os *layouts* apresentados, se escolherá, via votação da turma, o modelo a ser montado e, posteriormente, fixado à parede da sala. A cada aula



**UNIVERSIDADE DO VALE DO TAQUARI - UNIVATES**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS EXATAS – MESTRADO**

chamarei os alunos por grupo para realizarem a montagem por partes e a várias mãos (todos os estudantes).

- 5) Após a concretização da montagem do painel, fez-se a instalação elétrica, devido à questão de segurança. Não envolveu-se diretamente os alunos, por se tratar da rede elétrica monofásica.



UNIVERSIDADE DO VALE DO TAQUARI - UNIVATES  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS EXATAS – MESTRADO

**APÊNDICE D – APRESENTAR O GRAFCET DE 3 CENÁRIOS E REALIZAR POSTERIOR SORTEIO DOS CENÁRIOS A SEREM IMPLEMENTADOS LÓGICO E FISICAMENTE - Aula 4**

**Conteúdo:** GRAFCET

**Materiais:** Computador, *software Master Tool IEC*.

**Objetivos:**

- Exercitar raciocínio lógico referente aos sistemas sequenciais discretos;
- Desenvolver o GRAFCET para cada situação proposta e transcrever para linguagem *Ladder*.

**Atividades:**

- 1) Esta atividade será realizada em duas etapas: na primeira, todos os grupos serão convidados a fazerem o GRAFCET de todos os cenários.
- 2) Após, foi feita uma discussão, comparando-se os GRAFCETs elaborados. Cada grupo poderá expor seus resultados.
- 3) No segundo momento, haverá o sorteio dos cenários e, por conseguinte cada grupo poderá realizar a transcrição do GRAFCET para o *Ladder*.

Cada cenário elaborado trará uma situação-problema de um sistema sequencial discreto, que envolveu princípios domóticos que, posteriormente, serão implementados fisicamente na sala de aula.

Os cenários a serem implementados na forma lógica e física serão apresentados a seguir:



**UNIVERSIDADE DO VALE DO TAQUARI - UNIVATES**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS EXATAS – MESTRADO**

**CENÁRIO 1 – Sala de aula**

Neste cenário, a sala de aula se comportará de acordo com o cenário de uma sala de aula qualquer, porém, serão utilizados princípios domóticos usados em subsistemas de iluminação em residências inteligentes.

As variáveis envolvidas na implementação deste cenário serão as lâmpadas, divididas em dois conjuntos que denomina-se de “sala\_frente” (3 lâmpadas) e “sala\_fundo” (4 lâmpadas), a porta de entrada (sensor magnético), o cartão será o responsável por habilitar o sistema, e ainda as 4 janelas no fundo da sala (sensores magnéticos).

**Elabore em GRAFCET a seguinte situação-problema:**

Abrindo-se a porta da sala de aula, a iluminação sala\_frente se acenderá, automaticamente, durante o tempo de 10 segundos, permitindo que a pessoa que entrar na sala coloque o cartão, que acompanhará a chave da porta, no local indicado, próximo ao interruptor de luz, possibilitando, assim, o acesso total da sala (subsistema de iluminação). Caso não o faça após esse tempo, a parte sala\_frente piscará (1Hz) por 8 segundos, indicando a ausência do cartão. Após o cartão estar inserido, se verificará se as janelas estão devidamente fechadas. Caso não estejam, a iluminação sala\_fundo piscará (1Hz), indicando que as janelas estão abertas até o momento em que estas sejam fechadas. Ao se retirar o cartão, as lâmpadas permanecerão acesas por 10 segundos e, após, desligam.

Existirá um contador responsável por informar o número de vezes em que a porta da sala foi aberta (interrupções da aula, alunos entrando e saindo, entre outras possibilidades).





UNIVERSIDADE DO VALE DO TAQUARI - UNIVATES  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS EXATAS – MESTRADO

**CENÁRIO 2 – Sistema Inteligente de Segurança**

Neste cenário, a sala de aula representará o cenário de um local que possua instalado um sistema de alarme residencial (subsistema de segurança).

As variáveis envolvidas serão as lâmpadas que estão divididas em dois conjuntos que denomino de “sala\_frente” (3 lâmpadas) e “sala\_fundo” (4 lâmpadas), a porta de entrada, as 4 janelas (sensores magnéticos) e, ainda, uma sirene e um sensor de presença infravermelho. Serão utilizadas chaves de entrada digital da *Training Box*.

**Elabore em GRAFCET a seguinte situação-problema:**

O sistema de segurança será **ativado** ao acionar um interruptor, que permitirá que o usuário tenha o **tempo de saída** do ambiente de 20 segundos, sem que haja violação do sistema. Para **desativar** o alarme, o usuário terá o **tempo de entrada** de 15 segundos, em que deverá acionar a sequência correta de 4 interruptores (senha) para desacionar o sistema. Caso não o faça, nesse tempo a sirene soará. O sensor infravermelho detectará o movimento dentro da sala, caso o “intruso” não seja detectado pelos demais sensores (porta e janelas). O **tempo da sirene** soando será de 4 minutos, sem que haja o desligamento do sistema. Não havendo sensor violado nesse tempo, o alarme volta a se reativar. Enquanto a sirene estiver soando, os conjuntos de lâmpadas da sala piscarão alternadamente (1 Hz).



**UNIVERSIDADE DO VALE DO TAQUARI - UNIVATES  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS EXATAS – MESTRADO**

**CENÁRIO 3 – Gerenciamento de Energia e Controle de Acesso.**

Neste cenário, a sala de aula representará o cenário de um ambiente industrial/comercial (escritório, almoxarifado entre outros), onde se priorizará a questão de gerenciamento de energia, via controle discreto *ON-OFF* (Liga-Desliga de cargas elétricas).

As variáveis envolvidas serão as lâmpadas que estão divididas em dois conjuntos que denomino de “sala\_frente” (3 lâmpadas) e “sala\_fundo” (4 lâmpadas), a porta de entrada (sensor magnético), cartão RFID, sensor de presença infravermelho, acionamento de potência das cargas da sala (computadores, ar-condicionado, entre outros), alto falante e placa eletrônica de gravação de mensagens (ISD 1760).

Existirão duas possibilidades de leitura de cartão: se funcionário, acesso total (iluminação, tomadas e ar-condicionado); se visitante, acesso restrito aos equipamentos do ambiente (iluminação).

**Elabore em GRAFCET a seguinte situação-problema:**

Abrindo-se a porta da sala, a iluminação sala\_frente se acenderá automaticamente durante o tempo de 10 segundos, permitindo que a pessoa que entrar na sala coloque o cartão no local indicado, próximo ao interruptor de luz. Se for funcionário, terá acesso total aos dispositivos da sala (iluminação, tomadas e ar-condicionado). Se for visitante, terá acesso limitado (iluminação). Ao ser detectado o cartão do funcionário, um alto falante emitirá a frase: “ACIONAR ILUMINAÇÃO, TOMADAS E AR CONDICIONADO, BEM VINDO!”. Se o cartão detectado for de um visitante, o alto falante emitirá a frase: “ACIONAR ILUMINAÇÃO, BEM VINDO VISITANTE!”. Não sendo detectado movimento (sensor infravermelho) de pessoas na sala por período superior a 30 minutos, todas as cargas da sala



**UNIVERSIDADE DO VALE DO TAQUARI - UNIVATES**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS EXATAS – MESTRADO**

serão automaticamente desativadas, sendo necessário recolocar o cartão. Ao sair da sala e retirar o cartão, a iluminação permanecerá acesa por 7 segundos.



UNIVERSIDADE DO VALE DO TAQUARI - UNIVATES  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS EXATAS – MESTRADO

**APÊNDICE E – Instalação física dos sensores referentes aos cenários propostos a partir das situações-problemas - Aula 6**

**Conteúdo:** Integração de tecnologias

**Materiais:** Computador, *software Master Tool* IEC, furadeira, rebidadeira manual e rebites, cabeamento, parafusos, buchas 6 mm, multímetro, chaves de fenda, alicates.

**Objetivos:**

- Implementar as modificações físicas necessárias na sala de aula para realizar a comunicação entre sensores e a *Training Box Duo*;
- Verificar a aptidão manual;
- Trabalho em equipe.

**Atividades:**

- 1) Os alunos realizarão a instalação física dos elementos que compõem o cenário sorteado (Aula 4) e, posteriormente, farão a programação da *Training Box Duo* de maneira que contemple fielmente a situação-problema de acordo com as alterações físicas implementadas.

**CENÁRIO 1 – Sala de aula**

- a) Instalação física dos sensores magnéticos (porta e janelas);
- b) Integração do sistema leitor de cartões RFID com o CLP (material disponibilizado pelo autor da pesquisa).

**CENÁRIO 2 – Sistemas Inteligentes de Segurança**

- a) Instalação física do sensor infravermelho;
- b) Instalação física da sirene.



**UNIVERSIDADE DO VALE DO TAQUARI - UNIVATES**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS EXATAS – MESTRADO**

**CENÁRIO 3 – Gerenciamento de Energia e Controle de Acesso**

- a) Integração do sistema leitor de cartões RFID com o CLP (material disponibilizado pelo autor da pesquisa).
- b) Integração da placa de gravação de áudio com o CLP (material disponibilizado pelo autor da pesquisa).



UNIVERSIDADE DO VALE DO TAQUARI - UNIVATES  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS EXATAS – MESTRADO

APÊNDICE F – QUESTIONÁRIO DE SATISFAÇÃO - Aula 10

- 1) Essa forma de trabalhar, utilizando metodologia diferenciada, facilitou o entendimento dos conteúdos propostos? Justifique sua resposta.

---

---

---

---

- 2) Você acredita que a temática abordada (domótica) foi importante?

( ) Sim ( ) Não

Justifique: \_\_\_\_\_

---

---

---

- 3) Quais as atividades que tiveram maior relevância durante o desenvolvimento do trabalho? Justifique sua resposta.

---

---

---

---

- 4) Você teve alguma dificuldade durante a realização do trabalho? Se sim, qual (is)?

---

---

---



**UNIVERSIDADE DO VALE DO TAQUARI - UNIVATES**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS EXATAS – MESTRADO**

5) Como você avalia seu entrosamento com os seus colegas no decorrer da realização das tarefas ?

( ) bom ( ) satisfatório ( ) insatisfatório

Outros: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

6) Em síntese, como foi sua participação no desenvolvimento das atividades propostas neste trabalho? Justifique.

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_