



CENTRO UNIVERSITÁRIO UNIVATES
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO *STRICTO SENSU*
MESTRADO EM ENSINO DE CIÊNCIAS EXATAS

**O ENSINO DA AUTOMAÇÃO POR MEIO DA
DOMÓTICA NUM CURSO TÉCNICO**

Luís Gustavo Fernandes dos Santos

Lajeado, fevereiro de 2017

Luís Gustavo Fernandes dos Santos

**O ENSINO DA AUTOMAÇÃO POR MEIO DA
DOMÓTICA NUM CURSO TÉCNICO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Exatas, Centro Universitário UNIVATES, como parte da exigência para obtenção do grau de Mestre em Ensino de Ciências Exatas, na linha de pesquisa Tecnologias, Metodologias e Recursos Didáticos para o ensino de Ciências Exatas.

Orientador: Prof. Dr. Italo Gabriel Neide

Coorientadora: Profa. Dra. Márcia Jussara Hepp Rehfeldt

Lajeado, fevereiro de 2017

O ENSINO DA AUTOMAÇÃO POR MEIO DA DOMÓTICA NUM CURSO TÉCNICO

Luís Gustavo Fernandes dos Santos

A banca examinadora _____ a Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação Mestrado Profissional em Ensino de Ciências Exatas, do Centro Universitário UNIVATES, como parte da exigência para obtenção do grau de Mestre em Ensino de Ciências Exatas, Tecnologias, Metodologias e Recursos Didáticos para o Ensino de Ciências Exatas.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Italo Gabriel Neide – Orientador
Centro Universitário UNIVATES

Profa. Dra. Márcia Jussara Hepp Rehfeldt – Coorientadora
Centro Universitário UNIVATES

Profa. Dra. Marli Teresinha Quartieri
Avaliadora 1

Profa. Dra. Maria Madalena Dullius
Avaliador 2

Prof. Dr. José Valdeni de Lima
Avaliador 3

Lajeado-RS, fevereiro de 2017

AGRADECIMENTOS

Eis que chegou o momento de agradecer a todos que contribuíram para esta árdua, porém feliz caminhada. A Deus primeiramente, por me conceder a vida e a possibilidade de realizar um curso de mestrado o qual, há tempos outrora, jamais imaginei que realizaria. Aos meus pais, pelo fruto do amor e união de mais de cinco décadas, que, com carinho e dedicação, criaram uma família íntegra, no caminho do bem. Aos meus irmãos, pela amizade e companheirismo ao longo de mais uma jornada em minha vida. Obrigado a todos vocês, minha família querida. Por muitos instantes quis homenageá-los e hoje, por meio desta dissertação, pude fazê-lo.

A todos os professores deste curso, que ampliaram minha visão desde os conceitos filosóficos até a exatidão dos cálculos matemáticos, fica meu agradecimento. Aos meus professores orientadores, o professor Dr. Ítalo Gabriel Neide e a professora Dra. Márcia Jussara Hepp Rehfeldt, mestres do conhecimento e que, com imensa paciência, auxiliaram-me sempre quando necessário, principalmente sanando inúmeras dúvidas emergentes durante a dissertação.

Aos colegas do IFSul campus Charqueadas, e aos alunos pela participação nesta pesquisa - saibam que estarão sempre em meus pensamentos. Obrigado a vocês por permitirem a este professor dividir este projeto/sonho de transformarmos, juntos, o ambiente escolar em um ambiente automatizável.

Meu agradecimento especial ao Sr. Mateus Mariani e a Sra. Adriana Vanessa Fell Mallmann, por terem sido não somente colegas de mestrado, mas sim, amigos - digo, hoje, grandes amigos. Obrigado a vocês dois por terem sido, comigo, a oitava turma do curso PPGECE modalidade regular, constituída por apenas 3 alunos, 3 colegas e, por fim, 3 amigos.

A todos que, de uma forma ou de outra, contribuíram para que eu obtivesse

êxito nesta escolha que fiz.

E, mais uma vez, agradeço a Deus por ter me iluminado neste tempo e por ter cuidado de mim nestas viagens Charqueadas-Lajeado, pois sabias que este teu filho estava à procura do conhecimento.

RESUMO

Esta dissertação contempla a abordagem do emprego da domótica como mecanismo de ensino de automação, norteadas pelo respectivo problema de pesquisa que viabilizou averiguar quais as implicações em utilizar uma sala de aula automatizável por meio de Controlador Lógico Programável (CLP), explorando princípios domóticos na disciplina de Automação II do Curso Técnico Integrado em Mecatrônica. O estudo foi desenvolvido em uma escola pública do município de Charqueadas, Rio Grande do Sul, com a participação de dezenove alunos do 4º ano do Ensino Médio Técnico Integrado. Os objetivos específicos propostos na pesquisa foram: conhecer as concepções dos alunos acerca dos princípios domóticos; estimular a prática investigativa com vistas a tornar o aluno sujeito do seu (próprio) processo de aprendizagem; e analisar os principais fatores que emergiram a partir de uma prática pedagógica, a qual visou tornar o ambiente físico da sala de aula num ambiente didático experimental. No intuito de atingir os objetivos, compreendeu-se a domótica como estratégia para a aprendizagem de automação destinada a sistemas sequenciais discretos. A pesquisa teve natureza qualitativa. Como instrumentos na coleta de dados, foram utilizados o questionário de conhecimentos prévios, as observações em diário de campo, fotos, filmagens, o relatório final, o seminário e, por fim, um questionário de avaliação. Os dados analisados indicaram que: a) os alunos revelaram em momento anterior à intervenção pedagógica que o conceito domótica lhes era conhecido, porém faltava-lhes a integração de conhecimento entre as áreas de automação e de eletroeletrônica; b) a preparação dos materiais durante a intervenção pedagógica, focada nas resoluções das situações-problema, possivelmente colaborou no desenvolvimento de habilidades e competências dos alunos, incentivando-os a serem autores do seu próprio processo de aprendizagem; c) o questionamento reconstrutivo se fez presente durante todas as etapas, favorecendo o ambiente de aprendizagem e consolidando a parceria entre professor e alunos em busca do conhecimento. A domótica aplicada de maneira real caracterizou-se como aliada no ensino de automação CLP.

Palavras-chave: Aluno Pesquisador. Situações-problema. Domótica. Ensino de Automação.

ABSTRACT

This thesis focuses on the approach of domotics as a teaching mechanism for automation and was applied, based on the research problem that made it possible to check what the implications of using a room automatized via Programmable Logic Controller (PLC) were, exploring domotics principles in the course Automation II. The study was developed in a public school in Charqueadas, Rio Grande do Sul, with the participation of 19 senior students. The specific objectives proposed for the research were: learning about the thoughts of students in relation to principles of domotics; stimulating investigative practices aiming at making the learner subject of his (own) learning process; analyzing the main factors that emerged from pedagogic practice that changed the classroom environment into a didactic experimental environment. In order to reach the objectives, this practice had domotics as a strategy for the learning of automation for discrete sequential systems. The research has a qualitative nature. Instruments for collecting data were a questionnaire of previous knowledge, observation made and notes taken in a board diary, pictures and filming, written report, seminar presentation and, finally, an evaluation questionnaire. Data analyzed indicated that: a) although learners had some previous Knowledge about the concept of domotics, there was lack of interaction between the areas of automation and electronics; b) the preparation of materials focused on problem solving during pedagogic intervention has possibly collaborated to the development of learners' abilities and competences, encouraging them to be authors of their own learning processes; c) reconstructive questioning was present in all stages, favoring the learning environment and consolidating partnership teacher/students in searching for knowledge. Domotics applied in a concrete way seemed to be allied to the learning of automation via PLC.

Keywords: Student-researcher. Problem solving. Domotics. Teaching automation.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Elementos que compõem o GRAFCET	24
Figura 2 – Etapas e ações de um GRAFCET	25
Figura 3 – Funções lógicas associadas às transições	25
Figura 4 – Exemplo clássico de sistema sequencial	26
Figura 5 – Resolução utilizando GRAFCET	26
Figura 6 – Transcrição da linguagem GRAFCET para <i>Ladder</i>	27
Figura 7 – Tela principal de programação	28
Figura 8 – Tela gráfica interativa da sala de automação (vista superior) criada a partir do <i>Master Tool</i> IEC	29
Figura 9 – Características Técnicas da <i>Training Box</i> DUO TB 131	30
Figura 10 – Disjuntor instalado na sala de automação para intervenção	43
Figura 11 – Circuito de identificação dos cartões	Erro! Indicador não definido.
Figura 12 – Suporte construído para identificação de cartões RFID, a partir de material reciclado	44
Figura 13 – Módulo da sirene eletrônica	45
Figura 14 – Módulo eletrônico do sintetizador de voz	45
Figura 15 – <i>Website</i> utilizado para as gravações das frases no sintetizador de voz.	46
Figura 16 – Questão 1 – Conhecimentos prévios	49
Figura 17 – Resposta da Questão1 – Aluno A3	49
Figura 18 – Resposta da Questão 1 – Aluna A13	50
Figura 19 – Questão 2, com a respectiva resposta desenvolvida pelo Aluno A14 ...	50
Figura 20 – Questão 2, com a respectiva resposta desenvolvida pela Aluna A13	51
Figura 21 – Questão 3, com a respectiva resposta desenvolvida pelo Aluno A2	51

Figura 22 – Resposta da questão 3 – Aluna A6	53
Figura 23 – Questão 4, com a resposta desenvolvida pela Aluna A17	53
Figura 24 – GRAFCET da máquina de bebidas quentes – Aluno A15.....	57
Figura 25 – Exemplo de seleção entre sequências.....	58
Figura 26 – Cenário 1 (sala de aula): Resolução por GRAFCET apresentada pelo grupo 4.....	60
Figura 27 – Cenário 2 (sistema de alarme): Resolução por GRAFCET apresentada pelo grupo 5	61
Figura 28 – Cenário 3 (Ambiente comercial/industrial): Resolução por GRAFCET apresentada pelo grupo 3.....	61
Figura 29 – Transcrição da Modelagem GRAFCET em linguagem <i>Ladder</i>	62
Figura 30 – Demonstração de funcionamento dos DRs.....	63
Figura 31 – Painel elétrico centralizado, desenvolvido pela parceria professor-alunos	64
Figura 32 – Painel da aluna A18 escolhido entre os alunos para ser construído	65
Figura 33 – Processo de furação do painel elétrico	66
Figura 34 – Montagem inicial e pré-visualização de como ficaria o painel após montagem	66
Figura 35 – Placa com <i>leds</i> desenvolvida pelo autor da pesquisa para indicar as entradas e saídas digitais.....	67
Figura 36 – Instalação da etapa de potência para posterior interligação com o painel elétrico.....	68
Figura 37 – Testes realizados em bancada e posterior instalação.....	68
Figura 38 – Alunos instalando sensores magnéticos nas janelas (A, B) e infravermelhos na parede (C, D).	69
Figura 39 – Teste dos sensores.....	69
Figura 40 – Integração entre os colegas dos grupos	82
Figura 41 – Convite: Professor homenageado	88

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Atividades realizadas durante a intervenção pedagógica.....	37
Quadro 2 – Transcrição das falas dos alunos sobre as dificuldades encontradas durante o desenvolvimento da pesquisa	70
Quadro 3 – Transcrição dos comentários orais dos alunos sobre o desenvolvimento da pesquisa	71
Quadro 4 – Transcrição das falas dos alunos referente à metodologia utilizada na pesquisa	72
Quadro 5 – Conclusões retiradas do relatório final do projeto.....	74
Quadro 6 – Questão 1 do questionário de avaliação com as respectivas respostas dos alunos.....	76
Quadro 7 – Questão 2 do questionário de avaliação com as respectivas respostas dos alunos.....	78
Quadro 8 – Questão 3 do questionário de avaliação, com as respectivas respostas dos alunos.....	79
Quadro 9 – Questão 4 do questionário de avaliação, com as respectivas respostas dos alunos.....	80
Quadro 10 – Questão 5 do questionário de avaliação, com as respectivas respostas dos alunos.....	81
Quadro 11 – Questão 6 do questionário de avaliação, com as respectivas respostas dos alunos.....	82

LISTA DE SIGLAS

A – Ampère

AGC – *Automatic Gain Control*

CAPES – Comissão de Aperfeiçoamento de Pessoal do Nível Superior

CI – Circuito Integrado

CLP – Controlador Lógico Programável

DDR – Dispositivo Diferencial Residual

DR – Disjuntor Residual

IEC – *International Electrotechnical Commission*

IHM – Interface Homem-Máquina

GRAF CET – Gráfico Funcional de Comando Etapa-Transição

Hz – Hertz

NA – Normalmente aberto

NBR – Norma Brasileira

PID – Proporcional Integral Derivativo

PPC – Projeto Pedagógico de Curso

PWM – *Pulse Width Modulation*

RFID – *Radio-Frequency Identification*

SFC – *Sequential Function Chart*

TCLE – Termo de Consentimento Livre Esclarecido

TON – *Timer ON delay*

VCA – Volts de Corrente Alternada

VCC – Volts de Corrente Contínua

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
2 REVISÃO DE LITERATURA	18
2.1 Educar pela Pesquisa e a Educação Tecnológica.....	18
2.2 Uso da Modelagem no Ensino da Automação e as Ferramentas tecnológicas...	22
2.2.1 Do GRAFCET à Linguagem <i>Ladder</i>	27
3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....	32
3.1 Caracterização da Pesquisa.....	32
3.2 Delineamento da Pesquisa.....	34
3.3 Organização da Prática Pedagógica	35
3.4 Adequação prévia da rede elétrica da sala e a construção de módulos eletrônicos para a intervenção	42
4 ANÁLISE E RESULTADOS.....	48
4.1 Análise dos conhecimentos prévios	48
4.2 Análise do desenvolvimento do ambiente virtual e do ambiente real e suas interações.....	54
4.2.1 Linguagens de Programação utilizadas na intervenção	55
4.2.2 Desenvolvimento do painel elétrico e a instalação física dos sensores	63
4.3 Análise do Seminário e das conclusões individuais dos alunos oriundas do relatório individual	70
4.4 Análise do questionário de avaliação	76
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	84
REFERÊNCIAS.....	90
APÊNDICES	94
ANEXOS	127

1 INTRODUÇÃO

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 tecnologia. Sua utilização beneficia diferentes áreas, como, por exemplo: telecomunicações, sistemas bancários, indústria alimentícia, indústria automobilística, equipamentos médico-hospitalares, entretenimento, residências inteligentes¹, 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.

Diante disso, a escolha do tema, “O uso da domótica no ensino de automação”, emergiu de pesquisas na área de automação e de conhecimentos empíricos na área, mas, principalmente, da minha prática diária como docente no Curso Técnico em Mecatrônica – Campus Charqueadas, o qual está disposto (Anexo A) de maneira integrada com disciplinas que contemplam o Ensino Médio e também a formação técnica, com duração de quatro anos. Segundo Rosário (2009, p. 9), “a mecatrônica envolve a integração das áreas de mecânica, eletroeletrônica, ciência da computação e controle, devendo extrair o que há de mais adequado em cada uma das áreas”.

¹ As residências inteligentes promovem a interação dos “dispositivos inteligentes” (DIs) com o ambiente e usuários, por meio de controlador central com o objetivo de obter nível adequado de conforto, economizando ao máximo os recursos energéticos e monetários (BOLZANI, 2004, p.22-23).

Durante os oito anos que venho ministrando a disciplina de Automação II verifiquei, no decorrer das aulas e atendimentos, que os alunos apresentavam dificuldades em estabelecer relações 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. Diante disso, tenho buscado, constantemente, relacionar os campos conceitual e experimental, no intuito de facilitar o entendimento dos alunos no momento de realizar a transposição das simulações (ambiente virtual) para experimentações físicas (ambiente real).

Entretanto, essa compreensão por vezes não é clara aos alunos, haja vista que apresentam dificuldades em estabelecer conexões entre esses dois ambientes. Dessa forma, busquei por estratégias de ensino que aproximassem os alunos de situações reais, o que me levou a construir *kits* didáticos de automação, preferencialmente com a utilização de materiais reciclados, provenientes de descarte e/ou dos próprios alunos.

Porém, mesmo sendo um avanço, comparado à forma trabalhada anteriormente, quando apenas se realizava a simulação computacional de um sistema qualquer, os *kits* construídos traduziam apenas aproximações da realidade. Penso que, nessa disciplina, existem potencialidades diferenciadas a serem exploradas, de maneira prática, frente a uma situação real.

Em consonância com o cenário exposto, a domótica² 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. Assim, partindo da priori de promover os alunos de sujeitos passivos a protagonistas (DEMO, 1998), num ambiente real (sala de aula), por meio da aplicação de técnicas de automação e controle discreto³, modificou-se a estrutura física do ambiente de

² Domótica - Derivada do análogo francês *Domotique* (termo originado da junção da palavra *Domus* oriunda do latim que significa casa; e a francesa *imotique* que significa automática). A **Domótica** pode ser definida como um conceito de integração dos mecanismos automáticos em um determinado espaço - <http://www.infoescola.com/tecnologia/domotica/>

³ Controle Discreto - Processo em que as variáveis envolvidas podem assumir apenas dois valores distintos, "0" ou "1", ditos como: ligado ou desligado ; chave aberta ou fechada (SILVEIRA; SANTOS, 2008, p. 17).

aula, configurando-a em sala automatizável via Controlador Lógico Programável (CLP⁴).

À luz desse contexto, o problema que norteou esta pesquisa foi: - Quais as implicações em desenvolver uma sala de aula automatizável, por meio de CLP e utilizando princípios domóticos na disciplina de Automação II do Curso Técnico em Mecatrônica? Como objetivo geral, busquei verificar as implicações geradas a partir da implementação de uma sala de aula automatizável via CLP, utilizando princípios domóticos (iluminação, segurança, gerenciamento de energia), em duas turmas de estudantes do 4º ano do Ensino Médio Técnico Integrado do Curso Técnico em Mecatrônica.

Como forma pormenorizada de alcançar o objetivo geral desta pesquisa, elenco os objetivos específicos, que foram:

- Conhecer as concepções dos alunos acerca dos princípios domóticos;
- Estimular a prática investigativa com vistas a tornar o aluno sujeito do seu (próprio) processo de aprendizagem;
- Analisar os principais fatores que emergiram a partir de uma prática pedagógica que visou tornar o ambiente físico da sala de aula num ambiente didático experimental.

A esse respeito, é importante salientar que a implementação de um ambiente didático experimental utilizando o espaço de sala de aula, foi considerada neste estudo, no sentido de desenvolver os conhecimentos/habilidades adquiridas pelos alunos ao longo da disciplina de Automação II, validando-as por meio de situações/testes reais propostas por meio do uso da domótica.

Estruturalmente, este trabalho apresenta cinco capítulos - Introdução, Revisão de Literatura, Metodologia, Análise de Dados e Considerações Finais - e três elementos pós-textuais, quais sejam, referências, apêndices e anexos.

⁴ CLP – é um dispositivo eletrônico que executa funções lógicas, sequencialização, temporização e demais funcionalidades. Possui memória onde ficam gravadas palavras de comando, que podem ser definidas ou alteradas por meio de um programa, controlando máquinas ou processos através de sinais digitais ou analógicos (MIYAGI, 2007, p. 4).

O primeiro capítulo (Introdução) aborda o tema, objetivo geral, objetivos específicos, justificativa e a relevância das tecnologias, bem como o uso da domótica como possível ferramenta no ensino de automação.

O segundo capítulo (Revisão de Literatura) está dividido em 3 subcapítulos: a teoria de Educar pela Pesquisa, sob a perspectiva do autor Demo (1998) e a educação tecnológica, permeando pelo uso da modelagem no ensino de automação e as ferramentas tecnológicas utilizadas, por último, as linguagens de programação aplicadas neste estudo.

No terceiro capítulo (Procedimentos Metodológicos), apresento a caracterização da pesquisa, o seu delineamento e, por conseguinte, sua organização metodológica. Relato onde foi realizada a investigação e os materiais e *software* empregados na intervenção. E no fim deste capítulo, descrevo a elaboração de materiais prévios e necessários à intervenção.

O quarto capítulo (Análise e Resultados) aborda a descrição dos resultados a partir da intervenção pedagógica. Menciono a coleta de dados e a análise qualitativa dos dados (conhecimentos prévios, GRAFCETs⁵, relatórios e questionário de avaliação), como também comentários dos alunos, fotos e registros do caderno de campo.

No quinto capítulo (Considerações Finais), aponto a relevância da pesquisa, destacando os pontos positivos e negativos emergentes. Descrevo ainda a análise do problema e dos objetivos e, por fim, apresento considerações pessoais frente à pesquisa.

Os elementos pós-textuais iniciam-se pelas referências, que indicam as bibliografias utilizadas e os endereços eletrônicos usados como base para esta pesquisa.

Na seção de apêndices, apresento os documentos necessários para a realização da pesquisa e as atividades desenvolvidas, bem como os programas utilizados para controlar o arduino dos módulos construídos para esta intervenção.

⁵ GRAFCET – Gráfico Funcional de Comando Etapa-Transição. Disponível em: <http://egrafcet.utad.pt>

Finalizo com os anexos, apresentando o Curso Técnico em Mecatrônica enfatizando as habilidades adquiridas e o perfil do aluno egresso e, por fim, exponho o manual do módulo eletrônico do sintetizador de voz (desenvolvido exclusivamente para a intervenção), contendo o respectivo diagrama eletrônico e suas configurações de gravações/reproduções em áudio.

No próximo capítulo, apresento a revisão de literatura que utilizei como suporte desta pesquisa.

2 REVISÃO DE LITERATURA

Nesta seção abordo os temas: o Educar pela Pesquisa e seu entrelaçamento com Educação Tecnológica, assim como a tratativa de Modelagem e seu uso no Ensino da Automação, as ferramentas tecnológicas, a adequação da rede elétrica da sala e a construção de módulos eletrônicos utilizados neste estudo. Esta abordagem teórica serviu como subsídio para o desenvolvimento da pesquisa de Mestrado.

2.1 Educar pela Pesquisa e a Educação Tecnológica

A pesquisa como princípio educativo é apresentada por Demo (1998, p. 6, grifos meus), quando ele afirma que: “**a base** da educação é a **pesquisa** não a aula. [...] pesquisa deve ser atitude cotidiana no professor e no aluno”.

Para Martins (2002, p. 75), a pesquisa:

É um instrumento pedagógico destinado a melhorar a qualidade da aprendizagem [...], a romper a monotonia do enfadonho blábláblá diário e a tornar a sala de aula um espaço dinâmico, no qual os alunos sejam participantes ativos da sua própria formação.

Assim, a pesquisa é um instrumento pedagógico que possibilita a participação ativa dos alunos no seu processo de aprendizagem. Nesse sentido, entendo que o Educar pela Pesquisa foi um aspecto relevante neste estudo, que trouxe como proposta aliar minha prática de professor pesquisador na melhoria do processo de aprendizagem do aluno, de maneira tal que ambos trabalhassem como parceiros de trabalho, frente ao desafio inovador de transformar a sala de aula. Nesse sentido,

[...] transformar a sala de aula em local de trabalho conjunto, não de aula, é uma empreitada desafiadora, porque significa, desde logo, não privilegiar o professor, mas o aluno, como aliás querem as teorias modernas. [...] Trata-se sempre de aprender junto, instituindo o ambiente de uma obra comum, participativa (DEMO, 1998, p. 17).

Demo (1998) revela que a proposta de Educar pela Pesquisa deve basear-se em pelos menos 4 conjecturas:

- a convicção de que a educação pela pesquisa é a especificidade mais própria da educação escolar e acadêmica;
- o reconhecimento de que o questionamento reconstrutivo com qualidade formal e política é o cerne da pesquisa;
- a necessidade de fazer da pesquisa atitude cotidiana no professor e no aluno;
- e a definição de educação como processo de formação da competência histórica humana (DEMO, 1998, p. 5).

Durante esse processo, Demo (1998) ressalta, ainda, a importância da participação plena do aluno no decorrer da atividade, pois é característica fundamental que o estudante passe de objeto a sujeito, ou seja, torne-se corresponsável em todas as etapas do processo, adotando o perfil de pesquisador.

De acordo com o autor, a pesquisa aplicada em sala de aula é uma das formas de despertar o interesse do aluno, remetendo-o a um estilo próprio de aprendizagem, pois nessa proposta de aprender, o Educar pela Pesquisa tem como base o questionamento reconstrutivo. Ou seja, trata-se de uma forma de questionamento que assuma como pressuposto a possibilidade de (re)formular/(re)construir o conhecimento atual a partir de outros existentes (DEMO, 1998).

O questionamento aprimora a capacidade crítica e de argumentação dos alunos, pois “[...] quando questionamos, assumimos nossa condição de sujeitos históricos, capazes de participar da construção da realidade” (MORAES et al., 2004, p. 14). Em outras palavras, Stefano (2006, p. 77) menciona que “a autonomia propiciada pela pesquisa implica, além da capacidade de questionar, de argumentar e relatar, tomar iniciativa frente a sua aprendizagem”.

Ademais, o ambiente de pesquisa, de acordo com Demo (1998) e Galiuzzi (2003), deve ser compartilhado entre professor e alunos, contando inicialmente com o princípio fundamental que rege uma pesquisa, ou seja, o questionamento reconstrutivo. Galiuzzi (2003, p. 63) descreve:

Um ambiente de pesquisa exige também questionar o questionamento reconstrutivo por meio de um processo lógico, sistemático, analítico, argumentado, rigoroso. [...] Não há como pesquisar sem fazer perguntas, sem escrever, ler, contra-ler ou sem diálogo. Para que a pesquisa seja compreendida como expediente cotidiano de sala de aula, é preciso que cada professor construa procedimentos que serão mais adequados à

especificidade de sua aula. É claro que isso exige uma transformação profunda de entendimento da epistemologia do saber do professor e remete para um processo de profissionalização permanente.

Para tanto, “Cada professor precisa saber propor seu modo próprio e criativo de teorizar e praticar a pesquisa, renovando-a constantemente e mantendo-a como fonte principal de sua capacidade inventiva” (DEMO, 1998, p. 15). Sendo assim, o estudo desenvolvido aliou-se à proposição citada, pois aproximou a tecnologia expressada pela área da automação ao contexto do aluno. Nesse sentido, o professor tem papel fundamental, conforme Demo (1998, p. 22) aponta:

Muitas escolas lançam mão de *kits* prontos, que partem da idéia de estimular o aluno a experimentar, testar leis e princípios físicos, relações matemáticas, montar palavras etc., podendo significar apoio relevante. Todavia, para um professor criativo, o *kit* é apenas ponto de partida, porque jamais dispensará sua própria montagem, seu próprio texto, seu próprio experimento, e assim por diante.

Ademais, o professor, no seu projeto pedagógico próprio, deverá preocupar-se em “[...] produzir material próprio, implicando constante pesquisa, contraleitura sistemática, acompanhamento de perto dos avanços científicos e didáticos da área” (DEMO, 1998, p. 45).

Além da utilização da pesquisa como princípio educativo, neste estudo fiz o entrelaçamento desta com situações-problema, pois,

Trabalhar regularmente por problemas significa colocar o aluno diante de várias decisões que precisam ser tomadas para alcançar um objetivo traçado. O educando é instigado através de **uma situação real a articular seus conhecimentos prévios para superar obstáculos** cognitivos. O professor tem a tarefa de auxiliar o aprendente a identificar e a criar estratégias para transpor o obstáculo (SILVA; FELICETTI, 2014, p. 24, grifos meus).

Outrossim, por meio de situações-problema, foi possível trazer cenários reais da área da domótica ao contexto do aluno. Ao trabalhar com situações problemas, estas “**precisam manter-se surpreendentes e estimulantes**, para que **mobilizem os alunos** e que sejam direcionadas para **aprendizagens específicas**” (SILVA; FELICETTI, 2014, p. 24, grifos meus).

No intuito de imbricar o princípio de Educar pela pesquisa no ensino profissionalizante, apresento a educação tecnológica, a qual atualmente é essencial ao indivíduo, seja para viver em meio à tecnologia ou para ser um profissional da área, dependendo de suas manifestações de interesse e ou integração (GRINSPUN,

2009). Quando se remete aos profissionais da área, Baptista (1993) afirma que as situações de ensino e de aprendizagem visam a facilitar ao estudante as análises de conjunturas, estruturas ou contingentes, mas o fator predominante é a técnica.

A educação tecnológica é constantemente exigida, à medida que a própria tecnologia desafia a si mesma com avanços expressivos em todos os segmentos da esfera humana. Em outras palavras, Grinspun (2009, p. 83, grifos da autora) diz que: “[...] a educação tecnológica caracteriza-se por um dinamismo constante, tendo a complexidade do meio (tanto em termos científicos como sociais) e a prospecção do futuro como *faróis* de seu projeto pedagógico”.

No Curso Técnico de Nível Médio em Mecatrônica do IFSul, Campus Charqueadas, a educação tecnológica está integrada à educação geral, possibilitando ao estudante, no decorrer de quatro (4) anos, a formação técnica e o ensino médio.

Ao integrar o Ensino Médio com o Ensino Técnico, queremos que a educação geral se torne parte inseparável da educação profissional em todos os campos onde se dá a preparação para o trabalho. Entendemos o princípio educativo, no sentido de superar a dicotomia trabalho manual/trabalho intelectual, de incorporar a dimensão intelectual ao trabalho produtivo, e de formar trabalhadores capazes de atuar como dirigentes e cidadãos (IFSUL, 2007, p. 4).

Na formação técnica do curso integram-se diferentes conhecimentos tecnológicos das áreas de Informática, Mecânica, Eletroeletrônica e de Automação, sendo esta última denominada como:

[...] um conjunto de técnicas por meio das quais se constroem sistemas ativos capazes de atuar [...] pelo uso das informações recebidas do meio sobre o qual atuam. Com base nas informações, o sistema calcula a ação corretiva mais apropriada para a execução da ação. [...] para tanto são utilizados controladores que, por meio de execução algorítmica de um programa ou circuito eletrônico, comparam o valor atual com o valor desejado, efetuando o cálculo para ajuste e correção (SILVEIRA; SANTOS, 2008, p. 23).

O computador é uma ferramenta indissociável ao ensino da disciplina de Automação II, pois a programação do CLP é feita via computador, permitindo realizar simulações digitais, criando situações virtuais com características similares a uma condição real. Dessa forma, possibilita ao aluno trabalhar com variáveis virtuais próximas das reais, interagindo com o ambiente virtual.

Nesse sentido,

A programação, potencialmente, permite ao aprendiz colocar em ação seus conhecimentos, buscar novas estratégias e/ou conhecimentos para resolver um problema novo e analisar, de forma significativa, conceitos, noções e estratégias e /ou conhecimentos para resolver um problema novo e analisar, de forma significativa, conceitos, noções e estratégias que lhe permitiram atingir uma solução satisfatória, levando-o ao entendimento de um certo conteúdo. Evidentemente, nesta interação, o papel do professor é de extrema importância. Cabe a ele, a partir de observações criteriosas, ajustar suas intervenções pedagógicas ao processo de aprendizagem dos diferentes alunos, de modo que lhes possibilite um ganho significativo do ponto de vista educacional, afetivo e sociocultural (FREIRE; VALENTE, 2001, p. 56).

Para tanto, o computador auxiliou nas atividades propostas, principalmente no momento de verificar uma das estratégias utilizadas no ensino profissionalizante que é o uso da modelagem em sistemas sequenciais discretos. Nesse sentido, no próximo subcapítulo, apresento a abordagem geral sobre modelagem e sua relevância no ensino de automação de sistemas discretos.

2.2 Uso da Modelagem no Ensino da Automação e as Ferramentas tecnológicas

Antes de abordar a importância da modelagem no ensino de automação, faço uma breve explanação sobre o conceito de modelagem. Segundo Rosário (2009, p. 31), ela pode ser definida “como a representação de um objeto, sistema ou ideia em uma forma diferente da entidade propriamente dita”. A palavra modelagem vem da palavra modelo que, para Ross (1977), é dito como uma réplica ou mesmo a abstração de características essenciais de determinado sistema no propósito de entendê-lo. No sentido literal da palavra, modelo é a representação da realidade.

Os modelos podem ser classificados e obtidos, conforme menciona Rosário (2009, p. 31):

Os modelos podem ser classificados como físicos (escala natural e reduzida) e matemáticos (numérico/algorítmico). As principais etapas necessárias para a obtenção de modelos consistem na análise do sistema (com a identificação de entidades, atributos etc.) e na simplificação (em que entidades e atributos irrelevantes são desconsiderados).

Ao utilizar a modelagem, deve-se ter em mente que se está trabalhando com aproximações da realidade, com representações de um sistema (BASSANEZI,

2002). Scheffer (1999, p. 11) afirma que é um processo que “envolve a realidade [...], mediante o qual se definem estratégias de ação, proporciona ao aluno uma análise global da realidade em que ele age. [...] nasce a partir da realidade e a ela retorna”.

Na área da automação, o uso da modelagem é aplicado aos sistemas sequenciais. Logo, a modelagem lógica, ou modelo lógico, acontece quando se “modela um processo por um sistema” (TRIVELATO, 2003, p. 6). Rosário (2009, p. 36) destaca aspectos da linguagem usada para representar os modelos:

Uma linguagem para a modelagem de sistemas é o meio pelo qual se expressam modelos, tendo como principal objetivo a descrição de sistemas. Suas principais características são:

a) possuir uma base formal, visando obter uma interpretação exata e precisa; b) apresentar clareza, visando facilitar a comunicação entre todos os envolvidos numa modelagem; c) possibilitar a construção de modelos que obedeçam aos requisitos de conceitualização (todas as propriedades desejadas do sistema modelado).

A linguagem normalmente utilizada e normalizada (IEC 61131-3) para a modelagem lógica de sistemas de controle sequencial discreto em automação é o GRAFCET ou SFC⁶, que é denominado como:

Um modelo de representação gráfica do comportamento da parte de comando de um sistema automatizado. Ele é constituído por uma simbologia gráfica com **arcos orientados** que interligam **etapas** e **transições**, por uma interpretação das variáveis de entrada e saída da parte de comando caracterizadas como **receptividades** e **ações**, e por regras de evolução que definem formalmente o comportamento dinâmico dos elementos comandados (SILVEIRA; SANTOS, 2008, p. 119, grifos do autor).

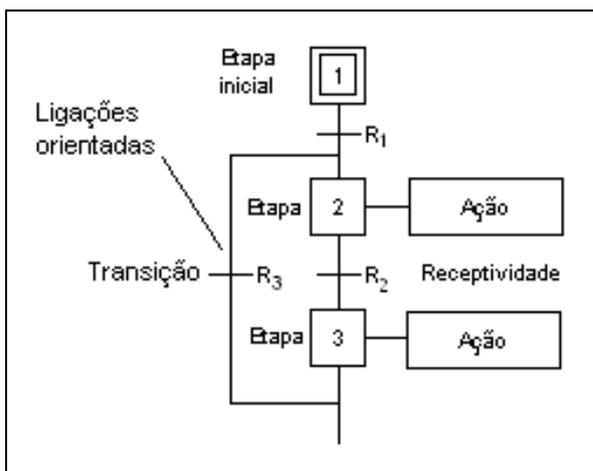
A versatilidade na utilização dessa linguagem gráfica permite que ela seja utilizada em outras áreas e não somente na área eletroeletrônica, conforme Georgini (2008, p. 22, grifos do autor):

Embora tenha sido preparada visando aplicações eletrotécnicas, pode ser aplicada também a sistemas não elétricos (hidráulicos, pneumáticos ou mecânicos, por exemplo), pois descreve as funções de controle relativas a determinado sistema, independente do campo de aplicação. O método de representação proposto serve como “ferramenta de comunicação” entre as diferentes áreas (disciplinas tecnológicas) envolvidas no desenvolvimento e utilização de sistemas automatizados.

⁶ SFC – sigla inglesa (*Sequential Function Chart*), ou seja, diagrama funcional sequencial (GEORGINI, 2008).

A sequência de execução e os elementos de representação da estrutura do GRAFCET são apresentados na Figura 1. A maneira como foi apresentada a estrutura é aceita como linguagem de programação em alguns CLPs, entretanto fiz a inserção de como representar em *Ladder*, pois essa forma é aceita na maioria dos CLPs e relés programáveis.

Figura 1 – Elementos que compõem o GRAFCET

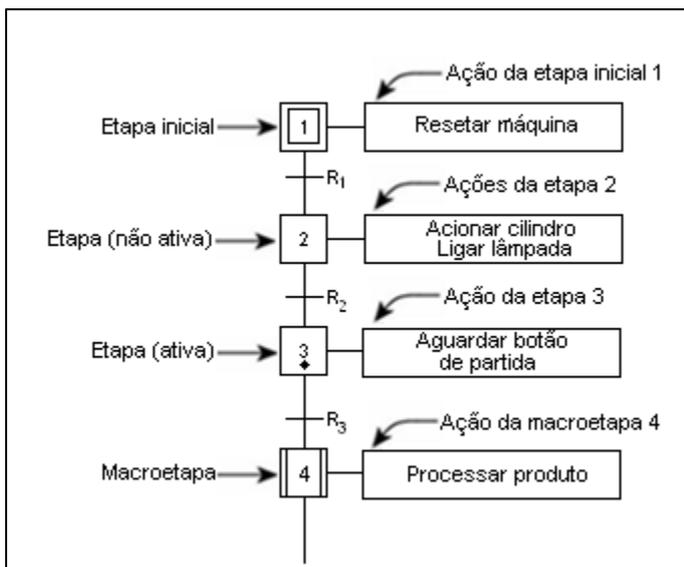


Fonte: <http://slideplayer.com.br/slide/361541/>

Dentre os elementos que contemplam o gráfico disposto na Figura 1, a **etapa** corresponde ao **local** onde se **encontra a evolução** do GRAFCET. O número de etapas define o tamanho da modelagem e sua representação corresponde a um quadrilátero de tamanhos iguais, ou seja, um quadrado e, quando se tratar da etapa inicial, um duplo quadrado (GEORGINI, 2008, grifos meus).

No próximo passo, ilustrado na Figura 2, a **ação** representa uma **ordem** ou **efeito**, ou seja, o que deve ser feito e/ou como deve ser feito. É representado por um retângulo sempre disposto ao lado da etapa, com a possibilidade de existir mais de um comando em cada ação (SILVEIRA; SANTOS, 2008, grifos meus).

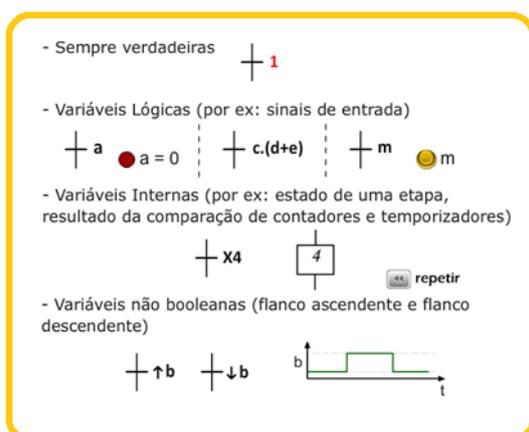
Figura 2 – Etapas e ações de um GRAFCET



Fonte: <http://slideplayer.com.br/slide/361541/>

A conexão entre as etapas é denominada como **Transição e Receptividade**, que representam a possibilidade de evolução dentro do GRAFCET, pois, no momento em que a transição estiver **ativa**, se poderá **evoluir** de uma situação a outra, ou seja, de uma etapa a outra. Representa-se por um traço perpendicular aos arcos orientados (traço vertical que interliga as etapas), enquanto a receptividade é a **função lógica** associada à transição (SILVEIRA; SANTOS, 2008, grifos meus), conforme visualizado na Figura 3.

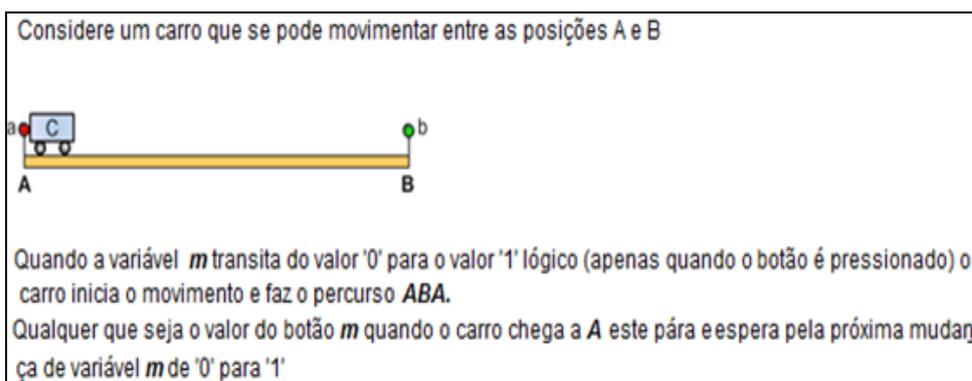
Figura 3 – Funções lógicas associadas às transições



Fonte: http://egrafcet.utad.pt/Home/Nocoos_Recetividades

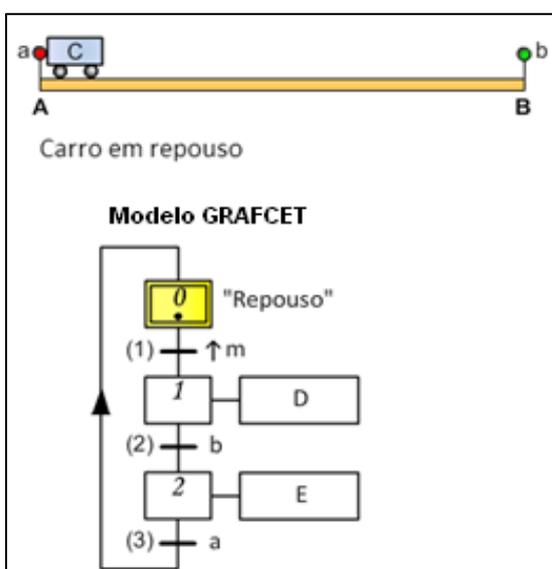
Após apresentação do GRAFCET, exemplifico (FIGURA 4) uma aplicação com respectiva resposta (FIGURA 5) frente a uma situação-problema. A resolução detalhada encontra-se no apêndice A.

Figura 4 – Exemplo clássico de sistema sequencial



Fonte: http://egrafcet.utad.pt/Home/Exemplos_Ex1

Figura 5 – Resolução utilizando GRAFCET



Fonte: http://egrafcet.utad.pt/Home/Exemplos_Ex1

De acordo com o CLP utilizado, apenas a modelagem apresentada na Figura 5 é suficiente para atender à situação exposta na Figura 4, bastando replicá-la no *software* que o processo estará pronto para entrar em funcionamento. Porém, como nem todos os *softwares* específicos de cada CLP estão aptos a trabalhar diretamente com essa linguagem gráfica, no ensino da disciplina de Automação II, utilizei a técnica de transcrever da linguagem GRAFCET para a tradicional linguagem *Ladder*, aceita pela maioria dos CLPs.

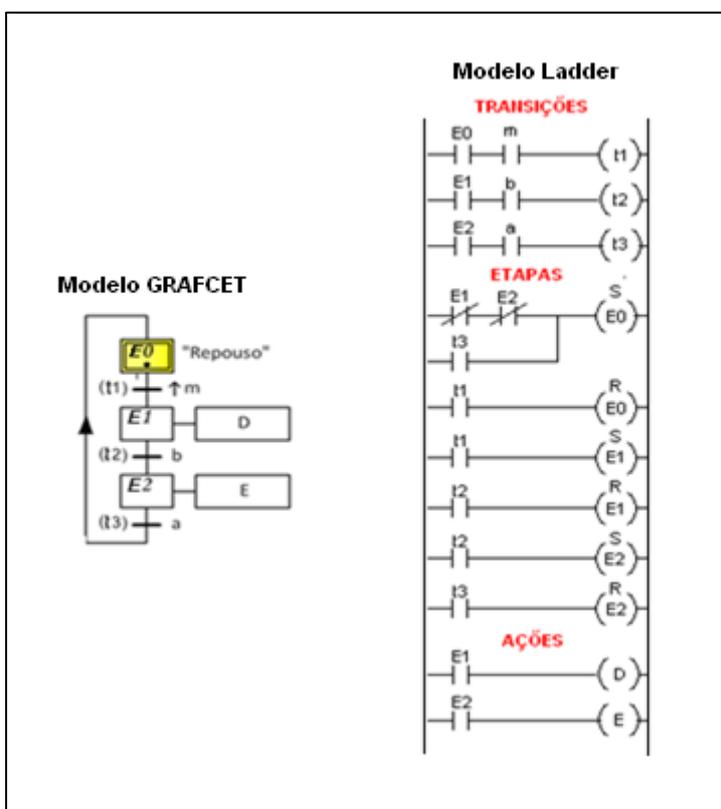
2.2.1 Do GRAFCET à Linguagem *Ladder*

Conforme supracitado, alguns CLPs não permitem a programação diretamente em GRAFCET, logo, apresentei a técnica utilizada para realizar a transcrição entre as linguagens. Utilizei o mesmo exemplo do apêndice A, que está em GRAFCET para facilitar a compreensão e a obtenção do resultado.

Segundo Silveira e Santos (2008), subdivide-se o GRAFCET em três partes distintas: Transições, etapas e ações. Os acionamentos das transições são realizados por meio da associação da etapa anterior em série com a receptividade.

As etapas são acionadas pelas transições responsáveis pelo acionamento dos elementos biestáveis SET (comando ligar) e RESET (comando desligar), que mantêm o encadeamento sequencial e, por fim, as ações são acionadas de acordo com a sua etapa (FIGURA 6).

Figura 6 – Transcrição da linguagem GRAFCET para *Ladder*



Fonte: Adaptado de Silveira e Santos (2008, p. 150-151).

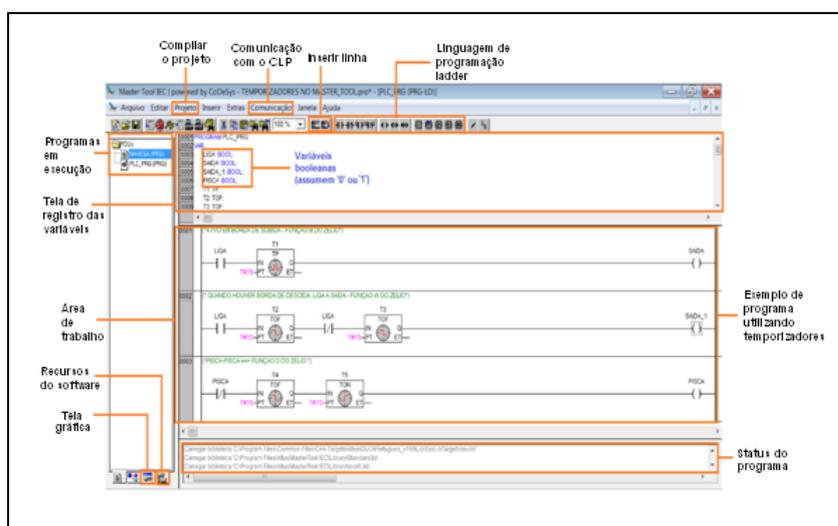
Após apresentada a técnica da transcrição de uma linguagem a outra, descrevo as ferramentas tecnológicas utilizadas durante a intervenção pedagógica. Inicialmente destaco o *software* de programação que é o *Master Tool IEC* e, posteriormente, as características da *Training Box Duo TB131*, da empresa Altus.

O *software* utilizado para realizar as programações em linguagem *Ladder* foi *Master Tool IEC*:

O *software* de programação *Master Tool IEC* é gratuito e disponibiliza 5 linguagens (LD, FBD, ST, IL e SFC), descritas pela norma IEC 61131-3, e uma linguagem adicional (CFC). Possui recurso de simulação (programas e telas da IHM) que dispensa o uso do CP para desenvolvimento e testes da aplicação, permitindo que alunos e técnicos possam praticar e realizar simulações mesmo quando não utilizando a *Training Box Duo* (ALTUS, 2009, texto digital).

A Figura 7 exibe a tela principal do *Master Tool IEC*, com respectiva identificação das funcionalidades do *software*.

Figura 7 – Tela principal de programação

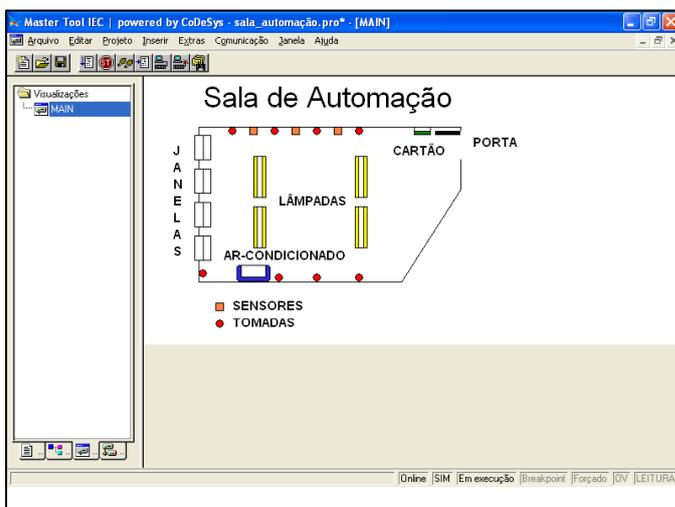


Fonte: Autor da pesquisa, 2015.

O *Master Tool IEC* é um *software* gratuito e seu *download*⁷ pode ser realizado diretamente do *site* da empresa Altus. O seu diferencial em comparação a outros é que, nesse, além da simulação, ainda se tem a opção de criar telas gráficas interativas, de acordo com a situação que se deseja automatizar (FIGURA 8).

⁷ *Master Tool IEC* - http://www.altus.com.br/site_ptbr/index.php?option=com_download&view=download&Itemid=54&newpath=Portugues/Produtos/Mtool/01%20Software/MT8200%20-%20MasterTool%20IEC/Software

Figura 8 – Tela gráfica interativa da sala de automação (vista superior) criada a partir do *Master Tool IEC*



Fonte: Autor da pesquisa, 2016.

De acordo com minha experiência docente, as telas gráficas demonstram ser atrativas aos alunos, pois normalmente estes se sentem motivados pela interatividade propiciada pelo equipamento. As telas também fomentam a criatividade, de acordo com as situações propostas, pois os alunos podem projetá-las com visual aprazível, responsável por emular o ambiente/situação real.

O aluno, após executar o programa no modo simulação, ainda tem o recurso de enviar os dados para a maleta didática e fazer os testes no modo físico, realizando a integração do físico e do lógico, o que lhe possibilita vislumbrar o ambiente real contemplado no ambiente virtual.

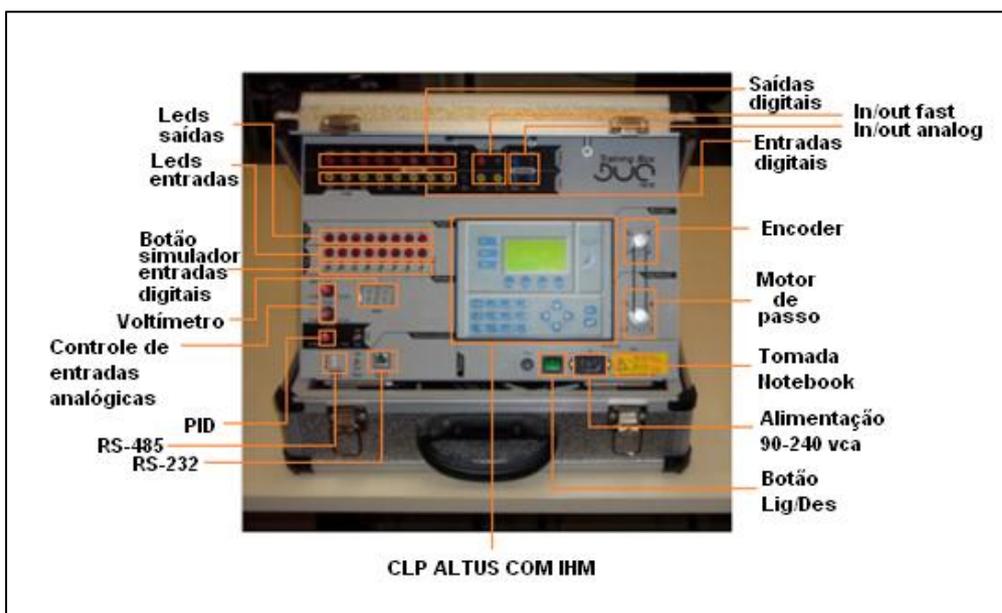
A ferramenta tecnológica programável pelo *software Master Tool IEC* disponibilizada pelo IFSul neste estudo, foi a maleta didática da Altus:

A *Training Box Duo* é um sistema didático completo e inovador, apresentando recursos que permitem ao usuário simular elementos presentes nos sistemas de automação industrial, predial e de máquinas, sendo excelente ferramenta para empresas deste setor e para instituições de ensino (ALTUS, 2009, texto digital).

A *Training Box Duo* é uma ferramenta didática disposta em formato de maleta, o que torna a portabilidade uma de suas vantagens, ou seja, não há necessidade de um laboratório específico de automação para explorar suas potencialidades - apenas um computador com o *software Master Tool IEC* se faz necessário.

Dentre as inúmeras funcionalidades desse equipamento, ressalto o CLP Altus da série DUO que é o responsável por integrar todos os demais elementos que compõem a maleta didática e por ter incorporado ao seu *design* uma tela gráfica, denominada Interface Homem-Máquina (IHM), conforme apresentado na Figura 9.

Figura 9 – Características Técnicas da *Training Box* DUO TB 131



Fonte: Autor da pesquisa, 2015.

Observa-se, por meio da Figura 9, que se trata de um equipamento com vários recursos, como *encoder*, motor de passo, controle proporcional integral derivativo (PID) e comunicação via RS 232 ou mesmo RS 485, flexibilizando a utilização com outras tecnologias compatíveis via rede de comunicação. Entretanto, durante a intervenção, foram utilizadas as entradas e saídas digitais do CLP e a IHM.

A utilização de equipamento tecnológico programável (*Training Box* Duo - Altus) por meio de *software* (*Master Tool* IEC) a partir da modelagem GRAFCET foi relevante neste estudo, pois possibilitou a utilização de princípios domóticos na integração de diferentes tecnologias no ambiente escolar. Como domótica, entendo que é um ramo da automação oriunda da França no século XX, utilizada especificamente em residências provendo a integração de diferentes tecnologias no beneficiamento das atividades da vida cotidiana (CHAMUSCA, 2006).

A partir disso, procurei empregar o uso dessa tecnologia nas atividades de sala de aula. Desse modo, foram utilizados os princípios domóticos para que os alunos desenvolvessem habilidades e conhecimentos aplicáveis ao cotidiano, por

meio do entrelaçamento entre o Educar pela Pesquisa, a disciplina de Automação e o uso da domótica possibilitando aos estudantes a reconstrução do próprio conhecimento.

Na procura por estudos recentes acerca de projetos na área tecnológica que se assemelhassem à proposta de modificar a sala de aula formal em automatizável, realizei pesquisa no portal da CAPES⁸ e percebi que não há nenhum trabalho que utiliza sala de aula-ambiente e automatizável. Ainda, utilizei outros filtros, tais como: Laboratório Domótico; Domótica no Ensino de Automação, Automação Residencial no Ensino de Automação; Automação Residencial no Ensino de CLP; Laboratório Programável por meio de CLP. No entanto não encontrei pesquisas vinculadas ao ensino de automação por meio da domótica.

No próximo capítulo, apresento os procedimentos metodológicos e a descrição detalhada da pesquisa.

⁸ CAPES – Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – <http://www.capes.gov.br/>

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Este capítulo trata da caracterização da pesquisa, seu delineamento e a sua organização metodológica. Descrevo o local onde foi realizada a pesquisa, as atividades desenvolvidas, o *software* e materiais utilizados para a realização da intervenção pedagógica.

3.1 Caracterização da Pesquisa

Esta pesquisa foi de natureza qualitativa, a qual, de acordo com Leopardi (2002, p. 117), “[...] é utilizada quando não se podem usar instrumentos de medida precisos, desejam-se dados subjetivos, ou se fazem estudos de um caso particular, de avaliação de programas ou propostas de programas”. Martinelle (1999, p. 21) afirma que:

Na verdade, essa pesquisa tem por objetivo trazer à tona o que os participantes pensam a respeito do que está sendo pesquisado, não é só a minha visão de pesquisador em relação ao problema, mas é também o que o sujeito tem a me dizer a respeito. Parte-se de uma perspectiva muito valiosa, porque à medida que se quer localizar a percepção dos sujeitos torna-se indispensável – e este é um outro elemento muito importante – o contato direto com o sujeito da pesquisa.

Entendo que este estudo apresentou as características supracitadas, correspondendo a uma pesquisa qualitativa, haja vista que os dados analisados são subjetivos e particulares de cada aluno. Também o problema e os objetivos propostos foram focados no processo, e não apenas no resultado.

A presente pesquisa, quanto aos procedimentos técnicos, consistiu num estudo de caso, por tratar da investigação, com uma turma de alunos oriundos de

um curso técnico, acerca das implicações que emergiram da modificação de uma sala de aula tradicional em sala automatizável.

Gil (2010, p. 37) caracteriza o estudo de caso como “[...] estudo profundo e exaustivo de um ou poucos objetos, de maneira que permita seu amplo e detalhado conhecimento, tarefa praticamente impossível mediante outros delineamentos já considerados”. Para Yin (2005, p. 32), “o estudo de caso é uma investigação empírica que investiga um fenômeno contemporâneo dentro de seu contexto da vida real”.

Durante a intervenção, documentei as observações em um diário de campo e registrei as atividades desenvolvidas pelos alunos por meio de filmagens e fotos. A “observação participante consiste na participação real do pesquisador na vida da comunidade, da organização ou do grupo em que é realizada a pesquisa. O pesquisador assume, pelo menos até certo ponto, o papel de membro do grupo” (GIL, 2010, p. 121).

O investigador deve estar inserido no ambiente de pesquisa conforme apontado por Moreira (2011, p. 51) quando afirma que:

O investigador interpretativo observa participativamente, de dentro do ambiente estudado, imerso no fenômeno de interesse, anotando cuidadosamente tudo o que acontece nesse ambiente, registrando eventos – talvez através de audiotapes ou videotapes -, coletando documentos tais como trabalhos de alunos, materiais distribuídos pelo professor. Ocupa-se não de uma amostra no sentido quantitativo, mas de grupos ou indivíduos em particular, de casos específicos, procurando escrutinar exaustivamente determinada instância, tentando descobrir o que há de único nela e o que pode ser generalizado a situações similares.

Diariamente realizei as anotações dos registros no diário de campo. De acordo com Bertoni (2005, p. 70), é por meio dele que:

Podemos identificar as dificuldades encontradas, os procedimentos utilizados, os sentimentos envolvidos, as situações coincidentes, as situações inéditas e, do ponto de vista pessoal, como se enfrentou o processo, quais foram os bons e maus momentos por que se passou e que tipos de impressões e de sentimentos apareceram ao longo da atividade, ao longo da ação desenvolvida. É uma via de análise de situações, de tomada de decisões e de correção de rumos.

Além do diário de campo, utilizei o questionário que é “[...] constituído por uma série de perguntas, elaboradas com o objetivo de se levantar dados para uma pesquisa, cujas respostas são formuladas por escrito pelo informante, sem auxílio do

investigador” (GRESSLER, 2004, p. 153). Usei o questionário de conhecimentos prévios (Apêndice D) e o questionário de avaliação (Apêndice I), com perguntas abertas “[...] porque técnicas padronizadas, como o questionário fechado, proporcionam informações de baixo nível argumentativo, dificultando, conseqüentemente, o trabalho interpretativo” (GIL, 2010, p. 154).

Os enfoques da pesquisa foram de caráter descritivo e interpretativo, pois, de acordo com Moreira (2011, p. 51), o investigador interpretativo “não está preocupado em fazer inferências estatísticas, seu enfoque é descritivo e interpretativo ao invés de explanatório ou preditivo”. O referido autor afirma que a análise interpretativa dos dados ocorre ao natural, gerando asserções de conhecimento, normalmente publicadas sob forma de relatório ou artigo de pesquisa, tanto pelo investigador, quanto pelos sujeitos da pesquisa (MOREIRA, 2011).

Solicitei aos alunos que, ao término das atividades previstas, entregassem relatório de pesquisa em grupo, descrevendo os encontros e temáticas abordadas, bem como a representação GRAFCET do cenário e a transcrição desta para a linguagem *Ladder*. No final do relatório, foram apresentadas, de forma individual, as conclusões a respeito da pesquisa realizada.

3.2 Delineamento da Pesquisa

A pesquisa, previamente autorizada, foi realizada em uma instituição pública, situada na cidade de Charqueadas/RS. Contou com a presença de dezenove alunos pertencentes a duas turmas (Turma_1, com 10 alunos, e Turma_2, com 9 alunos).

As atividades de pesquisa foram realizadas semanalmente, durante 10 encontros. Cada encontro correspondeu a 3 períodos de aula de 45 minutos cada (2h e 15 min), eventualmente alguns alunos vinham em turno oposto⁹, motivados pela prática desenvolvida.

⁹ No IFSul os professores dentro da carga horária semanal, reservam horário de atendimento aos alunos em turno diferente das atividades de sala de aula.

Os alunos participantes foram do 4º ano do Ensino Médio integrado do Curso Técnico em Mecatrônica do IFSul Charqueadas, na cidade de Charqueadas. O Termo de Concordância, assinado pela direção da instituição de ensino, encontra-se no apêndice B e o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido de concordância para os estudantes participarem da pesquisa encontra-se no apêndice C.

Como forma de garantir o anonimato dos alunos envolvidos na intervenção, apresento os dados coletados destes, denominando-os como: A1 (aluno 1), A2 (aluno 2) e assim sucessivamente.

No próximo subcapítulo descrevo a Organização da Pesquisa, enfatizando cada etapa de sua realização.

3.3 Organização da Prática Pedagógica

A pesquisa foi desenvolvida em seis momentos distintos: Termo de Concordância da Direção da Instituição de Ensino, Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, Questionário para identificação de conhecimentos prévios, Do conceitual ao experimental, Seminário e Questionário de avaliação. Os próximos itens apresentam, detalhadamente, cada um desses momentos.

3.3.1 Termo de Concordância da Direção da Instituição de Ensino (Apêndice B)

A fim de atender aspectos éticos implicados na pesquisa ao que se refere ao termo de concordância, especialmente por se tratar de uma instituição de ensino, inicialmente apresentei junto à chefia de ensino¹⁰ do instituto a proposta de intervenção pedagógica de mestrado. Na ocasião, a intenção de pesquisa foi recebida com entusiasmo, principalmente pela temática e, por, conseqüentemente, realizar modificações concretas e significativas no espaço da escola (sala de aula).

É importante salientar que, às vésperas da do início das atividades pedagógicas da pesquisa, a direção do instituto trouxe como condição para assinar

¹⁰ Este é o termo utilizado no IFSul para designar a direção de Ensino.

o Termo de Concordância à apresentação prévia de um projeto de pesquisa, informando quais as atividades seriam desenvolvidas e quais turmas seriam participantes. Também solicitou que comunicasse quais materiais da instituição seriam utilizados.

Após a entrega e posterior aprovação do projeto, o Termo de Concordância da Direção da Instituição (Apêndice B) foi assinado, permitindo, sem quaisquer restrições, que eu iniciasse as atividades com as turmas citadas no projeto. A chefia de ensino reiterou a satisfação por ter escolhido a instituição como local de desenvolvimento desta atividade e que, ao término, gostaria de visualizar as modificações realizadas e informadas no projeto.

3.3.2 Termo de Consentimento Livre Esclarecido (Apêndice C)

Na semana anterior ao início das atividades de intervenção pedagógica, fiz breve explanação a respeito de como iriam ocorrer às atividades referentes ao projeto durante as semanas seguintes. Em sequência, entreguei para cada aluno o Termo de Consentimento Livre Esclarecido (TCLE) para lerem e esclarecerem dúvidas que poderiam surgir frente ao documento.

Após a leitura, os alunos maiores de idade assinaram o documento e o entregaram. Entretanto, alguns alunos, ainda menores, levaram o documento para apreciação e assinatura dos pais ou responsáveis, trazendo-o na semana posterior. Nesta ocasião, foram avisados de que a participação na pesquisa era de natureza voluntária. Para minha satisfação, todos os alunos participaram.

3.3.3 Questionário para identificação de conhecimentos prévios (Apêndice D)

O questionário de conhecimentos prévios (aula 1) foi o instrumento norteador que caracterizou o conhecimento específico emergente de cada turma, frente à proposição da intervenção pedagógica.

Cada aluno-aprendiz recebeu uma lista com questões direcionadas, estrategicamente, para o desenvolvimento das atividades do projeto, mas que, independentemente das respostas obtidas (de acordo ou não com o referencial apresentado), foram revistas ao longo das dez semanas de aulas previstas.

O questionário (Apêndice D) teve como objetivo identificar os conhecimentos prévios dos alunos referentes a instalações elétricas residenciais, eletrônica de potência, sistemas sequenciais discretos e comandos do *Master Tool* IEC.

3.3.4 Do conceitual ao experimental (Apêndices A, E, F, G, H)

Durante a realização desta etapa (aula 2 até a aula 9), foram desenvolvidos os conteúdos referentes ao GRAFCET e sua aplicabilidade/flexibilidade com a integração de demais tecnologias. Ademais, foi construído um painel elétrico central na sala de aula, de acordo com *layout* sugerido pelos participantes da pesquisa, e foram instalados sensores magnéticos e infravermelhos de presença.

O Quadro 1 apresenta os conteúdos, recursos, objetivos e as atividades referentes à intervenção pedagógica, realizadas nesta pesquisa.

Quadro 1 – Atividades realizadas durante a intervenção pedagógica

Aulas	Atividades	Recursos	Objetivos
Aula 1	<ul style="list-style-type: none"> - Apresentação do Projeto de Pesquisa, dos materiais e <i>software</i> que foram utilizados durante a intervenção pedagógica; - Questionário para identificação de conhecimentos prévios (Apêndice D). 	<ul style="list-style-type: none"> - Caneta - Lápis 	<ul style="list-style-type: none"> -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	-Aula expositiva dialogada de GRAFCET (Apêndice A).	<ul style="list-style-type: none"> - Quadro e <i>datashow</i> - Computador 	-Apresentar sistemas sequenciais discretos, por meio da linguagem GRAFCET.

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

Aulas	Atividades	Recursos	Objetivos (Continuação)
Aula 6	<p>-Instalação física dos sensores; -Montagem do painel elétrico (<i>IN/OUT</i> digital) (Apêndices F, G, H).</p>	<p>- Furadeira -Rebitadeira -Rebites Cabeamento -Parafuso -Buchas 6 mm -Multímetro -Computador -Software <i>Master Tool IEC</i> -<i>Training Box</i> DUO</p>	<p>- Propiciar/verificar a aptidão manual, que é 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.</p>
Aula 7	<p>- Práticas de utilização da tela gráfica interativa utilizando o <i>Master Tool IEC</i>; -Montagem do painel elétrico (<i>IN/OUT</i> digital); -Início da transcrição do GRAFCET para <i>Ladder</i> (Apêndices F, G).</p>	<p>-Quadro - <i>Datashow</i> -Computador -Software <i>Master Tool IEC</i> -<i>Training Box</i> DUO</p>	<p>- Fomentar a criatividade ao desenhar a tela gráfica no software; -Socializar técnicas utilizadas na montagem de painéis elétricos.</p>
Aula 8	<p>- Realização da integração do software com o hardware instalado; -Transcrição do GRAFCET para <i>Ladder</i> (Apêndices F, G).</p>	<p>-Computador -Software <i>Master Tool IEC</i> -<i>Training Box</i> DUO</p>	<p>- Fomentar a pesquisa nos alunos durante a integração das tecnologias.</p>
Aula 9	<p>-Realização da integração do software com o hardware instalado; -Transcrição do GRAFCET para <i>Ladder</i> (Apêndices F, G).</p>	<p>-Computador -Software <i>Master Tool IEC</i> -<i>Training Box</i> DUO</p>	<p>- Fomentar a pesquisa nos alunos durante a integração das tecnologias.</p>

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

Fonte: Autor da pesquisa, 2016.

Inicialmente, trouxe três vídeos enfatizando a temática domótica e, posteriormente, abordei o tema por meio de aula expositiva dialogada, referindo-me à linguagem GRAFCET e focando na aplicação prática de sistemas sequenciais discretos.

No decorrer da intervenção, utilizei o pressuposto apontado por Demo (1998) de que o professor deve tornar-se orientador, o que significa, resumidamente:

- a) Motivar o aluno a questionar e a reconstruir conhecimento, cada vez com maior originalidade e autonomia;
- b) Indicar pistas de pesquisa, chamar a atenção para alternativas teóricas e práticas, discutir literatura;
- c) Empurrar para a autossuficiência, não para a dependência; não se pode oferecer receita pronta, leitura encurtada, respostas feitas;
- d) Questionar o aluno, para instigá-lo a abrir horizontes; a cada pergunta do aluno, o orientador, em vez de respostas facilitadas ou arrançadas, deve acrescentar outras;
- e) Acompanhar a evolução da pesquisa e da elaboração própria, de preferência em fases cumulativas, para permitir melhor controle e organicidade;
- f) Avaliar, sobretudo, pela capacidade produtiva, mesmo que não concluída de todo, mas denotativa de competência em visível formação (DEMO, 1998, p. 99).

Planejei as atividades baseado no questionamento reconstrutivo (DEMO, 1998), no sentido de fomentar a pesquisa. Solicitei aos participantes que, a cada aula, descrevessem as atividades realizadas, para que, ao término da pesquisa, entregassem um relatório em grupo, porém com conclusões individuais, explanando as expectativas encontradas frente ao estudo proposto.

Conforme Ferreira (1988, p. 560): “relatório é a descrição minuciosa de forma escrita ou oral daquilo que se viu, ouviu, ou se observou”. Trata-se da última etapa do processo de investigação ou de um trabalho, podendo ser entendido como a descrição dos seus resultados por meio de um relato em forma de exposição, oral ou escrita, que deve estar adaptado ao contexto de uma determinada situação (GIL, 2010; MEDEIROS, 2011).

Logo, o relatório descrito pelos alunos vem a ser:

[...] a exposição, oral ou escrita, das características e circunstâncias de um sucesso ou assunto. Trata-se, por outras palavras, da acção e efeito de relatar. [...] Por outro lado, um relatório é o documento que se caracteriza por conter informação que reflecte o resultado de uma investigação ou de um trabalho, adaptado ao contexto de uma determinada situação (CONCEITO. DE, texto digital, 2016).

3.3.5 Apresentação do desenvolvimento das atividades (Seminário)

A apresentação do desenvolvimento das atividades ocorreu após os alunos, em grupos, concluírem o GRAFCET específico de cada cenário e implementarem o sistema de acordo com as modificações físicas (construção do painel e instalação dos sensores). A partir de então, passaram pela experiência de apresentar aos colegas, de forma demonstrativa, o resultado implementado referente ao desenvolvimento de cada cenário. A esse respeito Masetto (2010, p. 111) argumenta:

O seminário (cuja etimologia está ligada a semente, sementeira, vida nova, idéias novas) é uma técnica riquíssima de aprendizagem que permite ao aluno desenvolver sua capacidade de pesquisa, de produção de conhecimento, de comunicação, de organização e fundamentação de idéias, de elaboração de relatório de pesquisa, de forma coletiva.

Assim, entendo que o seminário foi apresentado não mais pelo aluno objeto, mas pelo aluno-sujeito, desenvolvido ao longo das semanas de intervenção. Em outras palavras: “o aluno-sujeito é aquele que trabalha com o professor, contribui para reconstruir conhecimento, busca inovar a prática, participar ativamente de tudo” (DEMO, 1998, p. 30). Esse momento de socialização do conhecimento com os demais colegas foi caracterizado pelos próprios alunos como um dos momentos de maior relevância dentro desta jornada.

Assim, os colegas pertencentes aos outros grupos foram convidados, pelo grupo que estava apresentando o cenário, a interagirem no “novo ambiente” proposto e a visualizarem, na tela gráfica, a implementação realizada.

3.3.6 Questionário de avaliação (Apêndice I)

A relevância na utilização desse questionário é que permitiu observar a opinião dos alunos frente às atividades desenvolvidas, em especial ao uso da domótica no ensino de automação. Analisei, a partir das respostas dos alunos, o quanto esta intervenção pedagógica contribuiu e motivou para a aprendizagem da automação por meio de conceitos domóticos.

Na próxima seção, apresento as modificações elétricas realizadas no ambiente de sala de aula e a construção de módulos eletrônicos necessários para realizar a intervenção pedagógica.

3.4 Adequação prévia da rede elétrica da sala e a construção de módulos eletrônicos para a intervenção

Anteriormente ao início da intervenção da prática pedagógica, fez-se necessário previamente adequar à instalação da rede elétrica monofásica da sala. Em um momento em que não havia aula, fui à escola e instalei um disjuntor monofásico na sala de aula onde foi realizada a intervenção. Na Figura 10, mostro o circuito elétrico responsável por acionar ou desacionar todas as tomadas da sala de automação.

Figura 10 – Disjuntor instalado na sala de automação para intervenção



Fonte: Autor da pesquisa, 2016.

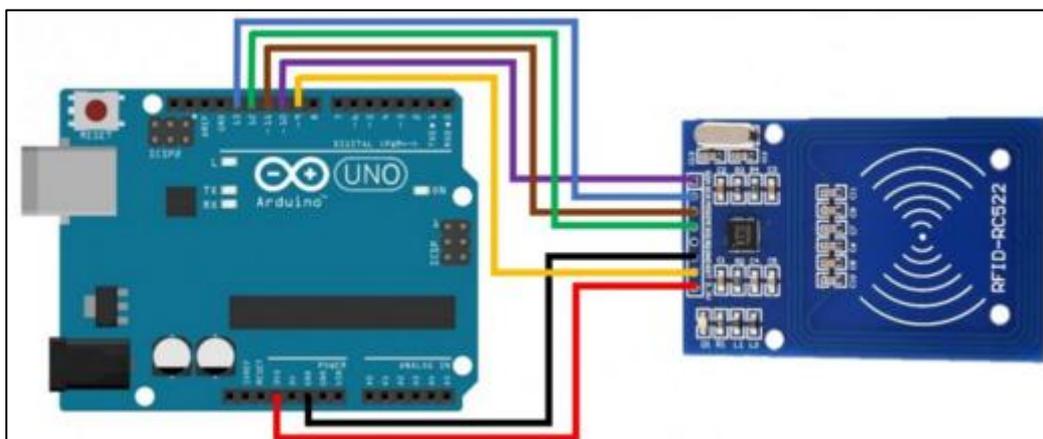
É importante salientar que, além da questão de segurança, o disjuntor, nesta sala, teve a função não somente associada ao projeto; posteriormente, pretende-se utilizá-lo ainda como interruptor. Normalmente, os equipamentos ficavam ligados nesta sala e, desligando o disjuntor, não houve consumo de energia, tornando este local o único da escola com disjuntor específico de tomadas.

Cada cenário idealizado (Apêndice F) proporcionou aos alunos, além da programação do CLP, a participação na instalação dos sensores e no desenvolvimento do painel elétrico, além da experiência de integrar outras tecnologias, que é a realidade normalmente encontrada quando se elabora um processo de automatização de um sistema. Neste projeto, as tecnologias associadas (módulos eletrônicos) foram o arduino (plataforma incluída na matriz curricular do curso), o sintetizador de voz (CI 1760) e a sirene eletrônica.

A intenção com esta integração não foi a de que eles programassem ou criassem placas eletrônicas, e sim, que utilizassem módulos prontos, no intuito de fomentar continuamente o lado pesquisador, buscando a interpretação das funcionalidades específicas de cada módulo, como se fossem **caixas pretas**. Nesse contexto, apresento o desenvolvimento dos módulos eletrônicos utilizados para os três cenários elaborados.

No cenário 1 (Sala de aula) foi desenvolvido um módulo eletrônico responsável pela identificação dos cartões, por meio de placa controladora RFID interligada à plataforma arduino UNO (FIGURA 11) e programada (Apêndice J) para essa finalidade pelo autor desta pesquisa.

Figura 11 - Circuito identificação dos cartões RFID



Fonte: http://www.naylampmechatronics.com/blog/22_Tutorial-Lector-RFID-RC522.html

A caixa para este módulo foi oriunda de reutilização de material de projetos anteriores e a tampa com o compartimento para inserir o cartão foi feita com reaproveitamento de madeira, que iria para área de descarte da instituição. Este material foi cortado e, posteriormente, colado no formato em “U” para inserir o cartão. Por fim, foi coberto com papel *contact* com efeito de metal escovado (FIGURA 12).

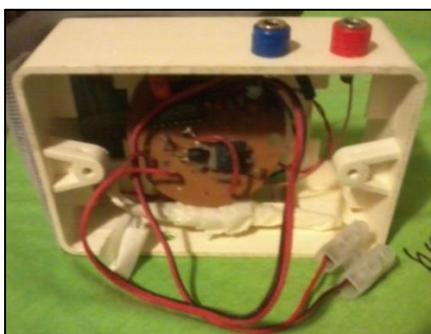
Figura 12 – Suporte construído para identificação de cartões RFID, a partir de material reciclado



Fonte: Autor da pesquisa, 2016.

No cenário 2 (Sistema inteligente de segurança) foi utilizado um módulo de sirene eletrônica (FIGURA 13), constituído apenas de um único circuito integrado (4069) e demais componentes discretos. Essa placa da sirene também foi construída com material que seria descartado e foi reutilizado neste projeto. O fato de não utilizar uma sirene específica de alarmes ocorreu de forma proposital para que, dessa forma, os alunos vislumbrassem a aprendizagem de anos anteriores do curso, contemplada em forma de projetos. Neste estudo, módulos que auxiliaram no contexto de cada cenário.

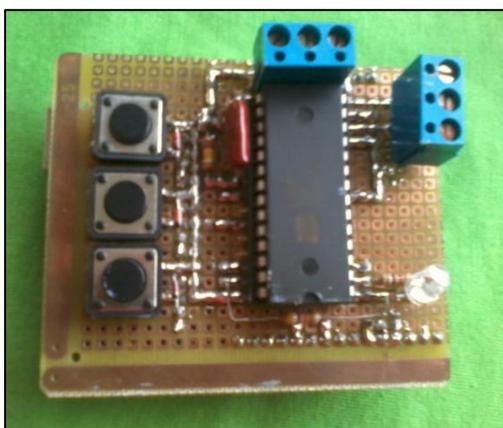
Figura 13 – Módulo da sirene eletrônica



Fonte: Autor da pesquisa, 2016.

No cenário 3 (Gerenciamento de energia), foi construído um sistema sintetizador de voz (FIGURA 14), que nada mais é do que um gravador/reprodutor de áudio no formato de um circuito integrado (CI) composto por demais componentes eletrônicos externos (Anexo B) e o módulo para identificação de cartões RFID utilizado no cenário 1.

Figura 14 – Módulo eletrônico do sintetizador de voz



Fonte: Autor da pesquisa, 2016.

Para a automatização desse cenário, foi necessário que o módulo fosse capaz de reproduzir uma mensagem de voz distinta para cada cartão inserido. Utilizei a plataforma arduino e realizei sua programação (Apêndice K), tornando-a responsável por selecionar qual a mensagem específica seria emitida de acordo com o cartão inserido.

Ainda nesse cenário, para a gravação do sintetizador de voz, utilizei como recurso em áudio um *website* (FIGURA 15) para gravar as mensagens. Assim, consegui digitar a frase a ser pronunciada, escolher a língua e o gênero da fala. Ainda existia a possibilidade de acrescentar efeitos sonoros, conforme o cartão visitante ou funcionário colocado no suporte para identificação de cartões.

Figura 15 – *Website* utilizado para as gravações das frases no sintetizador de voz



Fonte: http://www.oddcast.com/home/demos/tts/tts_example.php?sitepa

Após descrever a construção dos módulos eletrônicos e informar como realizei a coleta de dados pelos instrumentos supracitados, no próximo capítulo apresento a análise interpretativa dos dados, pois interpretar

[...] é tomar uma posição própria a respeito das idéias enunciadas, é superar a estrita mensagem do texto, é ler na entrelinhas, é forçar o autor a um diálogo, é explorar a fecundidade das idéias expostas, é cotejá-las com outros, é dialogar com o autor (SEVERINO, 2007, p. 94).

Para fins de análise neste estudo, os dados coletados durante as aulas, foram categorizados a partir das seguintes temáticas: a) conhecimentos prévios - dados advindos do questionário de conhecimentos prévios; b) desenvolvimento do

ambiente automatizável (teórico-prático) - dados resultantes de filmagens, fotos, diário de campo e relatório; c) apresentação dos resultados - dados obtidos pelo seminário e relatório; d) avaliação dos resultados - dados provenientes do questionário de avaliação.

A análise por temática foi escolhida, porque, a cada encontro, a temática permanecia e/ou surgiam novas. De acordo com Bardin (1977, p. 101), na análise temática, “o analista, tendo à sua disposição resultados significativos e fiéis, pode então propor inferências e adiantar interpretações a propósito dos objetivos previstos, ou que digam respeito a outras descobertas inesperadas”.

No próximo capítulo, exponho a análise dos resultados apresentados pelos alunos durante a intervenção pedagógica. Este capítulo está dividido em quatro seções, mencionadas anteriormente.

4 ANÁLISE E RESULTADOS

Neste capítulo descrevo os resultados provenientes da intervenção pedagógica, dos dados coletados, da análise qualitativa dos resultados, da análise dos conhecimentos prévios, da transcrição fidedigna de algumas falas gravadas dos alunos, dos recortes de partes do relatório técnico apresentado e das fotos das atividades desenvolvidas.

4.1 Análise dos conhecimentos prévios

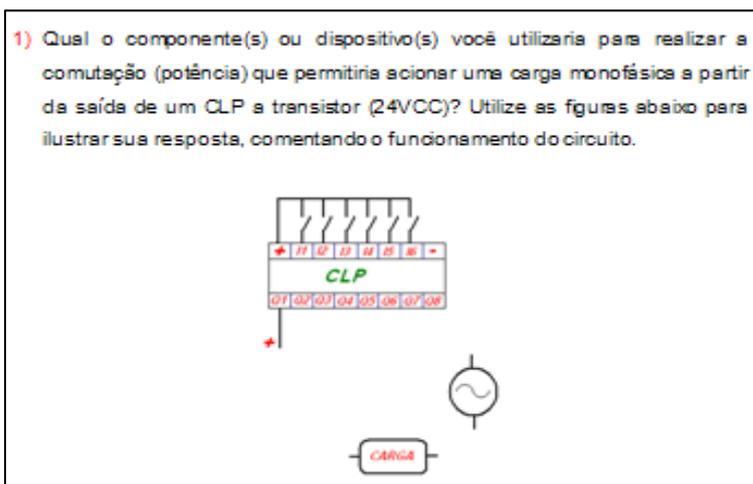
Segundo Demo (1998), a reconstrução do conhecimento deve ser feita a partir da desconstrução do conhecimento anterior, (re)fazendo-o na e pela pesquisa, a partir do conhecimento disponível, utilizando-se do questionamento reconstrutivo. Dessa forma, essa análise serviu como ponto de partida, auxiliando-me a perceber as dificuldades dos alunos e as limitações dos conteúdos até então apresentados pelo curso.

A atividade envolvendo o questionário de conhecimentos prévios (Apêndice D) durou cerca de quarenta e cinco minutos. Trouxe questões relacionadas aos dispositivos eletroeletrônicos e instalações elétricas, como forma de identificar os conhecimentos obtidos ao longo do curso, mas com o foco principal voltado aos CLPs e à lógica de programação em linguagem *Ladder*, norteada aos sistemas sequenciais discretos.

A primeira questão (FIGURA 16) tinha como objetivo verificar os conhecimentos prévios referentes aos CLPs (*hardware*). Nessa questão sobre qual componente ou mesmo dispositivo se poderia utilizar para realizar a comutação (potência) de uma carga monofásica a partir de uma saída a transistor¹¹ de 24 Volts de Corrente Contínua (VCC), houve 18 respostas divergentes do referencial teórico utilizado. Na questão apresentada havia um CLP, carga e fonte monofásica.

¹¹ Transistor – dispositivo semicondutor que possui três camadas. Quando formado por duas camadas do tipo *n* e uma do tipo *p*, denomina-se *npn*. Havendo duas camadas *p*, e uma *n*, é denominado *pnp* (BOYLESTAD; NASHELSKY, 2004, p. 95).

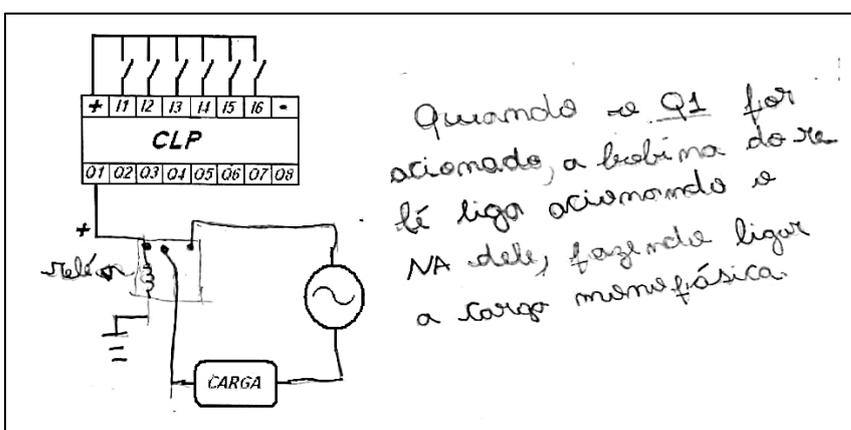
Figura 16 – Questão 1 – Conhecimentos prévios



Fonte: Autor da pesquisa, 2016.

Na resolução, o aluno A3 utilizou como estratégia para a comutação da carga o componente eletromecânico relé e fez o comentário de acordo com o referencial teórico aceito atualmente, sendo este o único a acertar a questão, conforme Figura 17.

Figura 17 – Resposta da Questão1 – Aluno A3



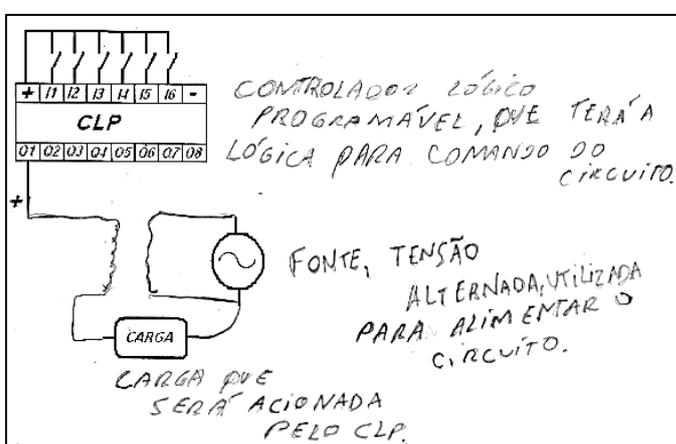
Fonte: Autor da pesquisa, 2016.

De acordo com Franchi e Camargo (2008, p.112), a comutação de cargas elétricas pode ser efetuada por um relé:

O relé é um comutador elétrico que pode ser operado magnética ou eletromagneticamente. Os relés eletromagnéticos são os mais comuns, especialmente nas aplicações que requerem o controle de um circuito elétrico. [...] Os contatos NA (normalmente abertos) estão abertos enquanto a bobina não está energizada e se fecham quando a bobina recebe corrente.

Entretanto, referente à primeira questão, os demais alunos, ou deixaram-na em branco, ou utilizaram o transformador (trafo) para resolução, como fez a aluna A13 (FIGURA 18), porém de maneira equivocada, ligando o terminal de saída do CLP ao Trafo. Como se pode observar a aluna realizou de forma incompatível as conexões das tensões entre a saída do CLP em VCC com o Trafo em Volts de Corrente Alternada (VCA)(KOSOW, 1982). O que leva a refletir que, apesar desse componente ser ensinado aos alunos desde o segundo ano do curso, percebe-se que há uma lacuna na apropriação destes conhecimentos técnicos.

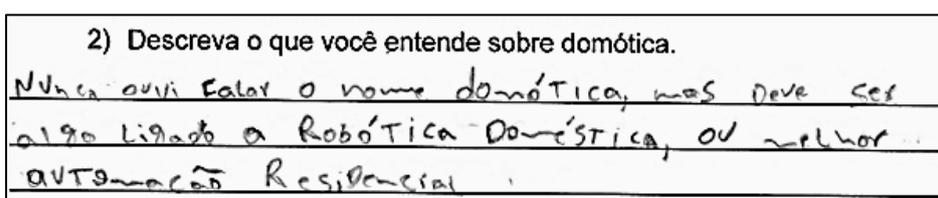
Figura 18 – Resposta da Questão 1 – Aluna A13



Fonte: Autor da pesquisa, 2016.

A segunda questão tinha o intuito de averiguar se os alunos conheciam o conceito domótica, o qual seria abordado no início das atividades. Todos os 19 alunos responderam-na de acordo com as ideias apresentadas no referencial teórico, inclusive o aluno A14 (FIGURA 19) que mencionou nunca ter ouvido tal palavra.

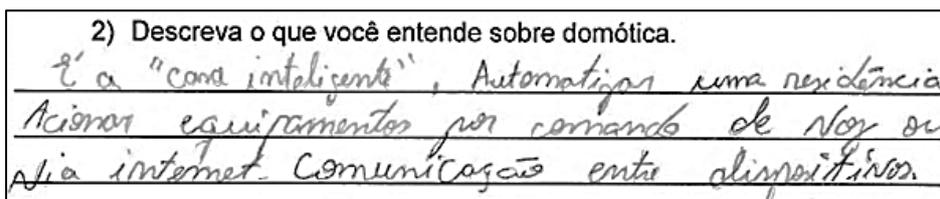
Figura 19 – Questão 2, com a respectiva resposta desenvolvida pelo Aluno A14



Fonte: Autor da pesquisa, 2016.

Os demais participantes responderam de acordo com as teorias atuais a respeito do significado do termo, como havia supracitado, e uma das respostas (ALUNA A13) pode ser visualizada na Figura 20.

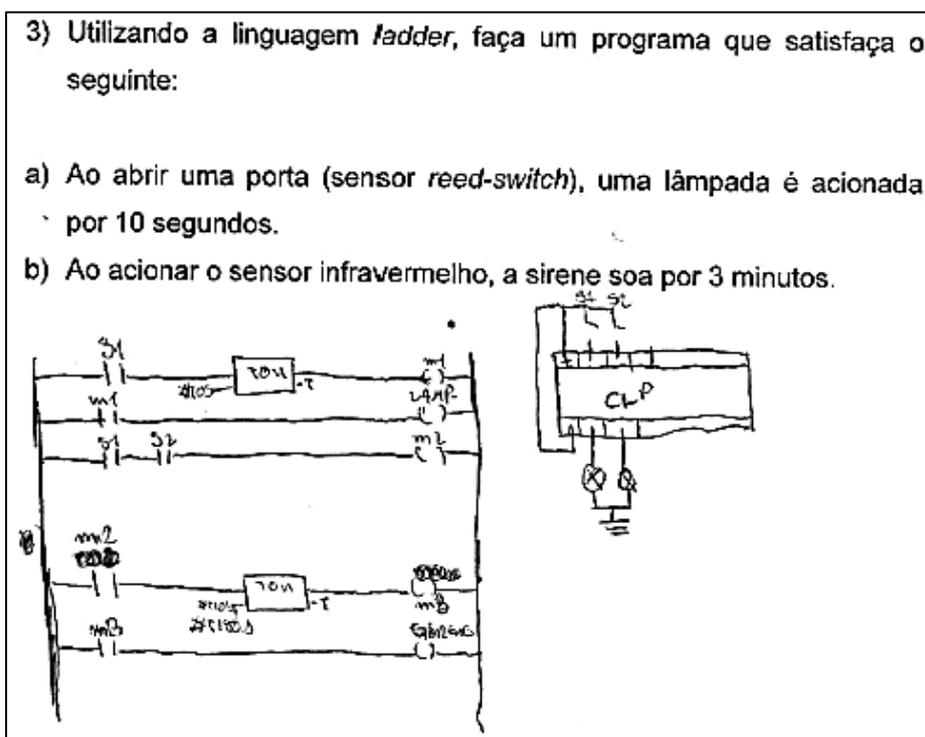
Figura 20 – Questão 2, com a respectiva resposta desenvolvida pela Aluna A13



Fonte: Autor da pesquisa, 2016.

Na sequência, a terceira questão objetivou identificar quais estratégias os alunos utilizariam frente à lógica de programação, aplicada aos sistemas sequenciais discretos. Percebi pelas resoluções que todos os alunos utilizaram o método intuitivo (FIGURA 21), mostrado pelo aluno A2, porém o sequenciamento entre as questões **a** e **b** não ocorreu.

Figura 21 – Questão 3, com a respectiva resposta desenvolvida pelo Aluno A2



Fonte: Autor da pesquisa, 2016.

Os sistemas sequenciais são definidos como:

[...] sistemas que evoluem em função do tempo ou em função de eventos externos. Por exemplo, um portão eletrônico é comandado por um único

botão, que tem a função de abrir, fechar e parar o portão. Fica evidente que somente saber se o botão foi pressionado não é suficiente para determinar qual a ação a ser tomada. Deve-se conhecer também em que estado se encontra o portão, se aberto, fechado, fechando, abrindo.

É exatamente isso que caracteriza um sistema seqüencial, ou seja, a ação a ser tomada depende do estado atual e da entrada naquele instante (FRANCHI; CAMARGO, 2008, p. 195).

Observando a estratégia do aluno, percebi que, na linha 3 de programação, foram colocados em série os sensores S1 (porta) e S2 (infravermelho), permitindo o sequenciamento, porém os temporizadores utilizados foram do tipo TON (*timer on delay*), que acionam a saída após o tempo determinado, o que não permitiu o sequenciamento desejado.

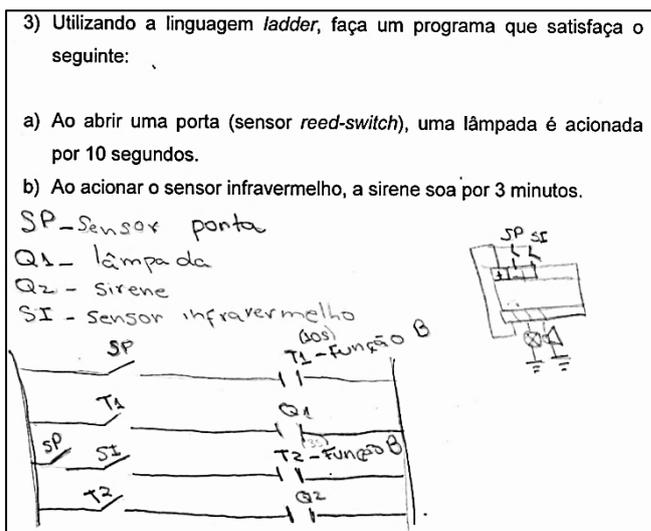
De acordo com Franchi e Camargo, quando é acionado o temporizador tipo TON:

A temporização começa quando o sinal na entrada IN vai para o nível lógico 1. Quando isso ocorre, o registro que contém o valor acumulado ET é incrementado segundo a base de tempo. Quando o valor ET for igual ao valor PT, pré-selecionado, a saída Q do bloco é energizada (FRANCHI; CAMARGO, 2008, p. 195).

Nessa questão, em especial, os alunos perguntaram: “*Professor há uma ligação entre as questões¹² a e b?*” (A1). Respondi: “*sim quero que façam uma seqüência da questão b em função da a, vocês podem escolher o tempo ou a porta como parâmetro*”. A resolução da aluna A6 (FIGURA 22) demonstra o sequenciamento a partir do sensor da porta que denominou de SP e o uso correto do temporizador.

¹² Comentários dos alunos e do professor serão expostos como citação direta (curta ou longa, conforme forem até 3 linhas ou mais), e em letra itálica.

Figura 22 – Resposta da questão 3 – Aluna A6

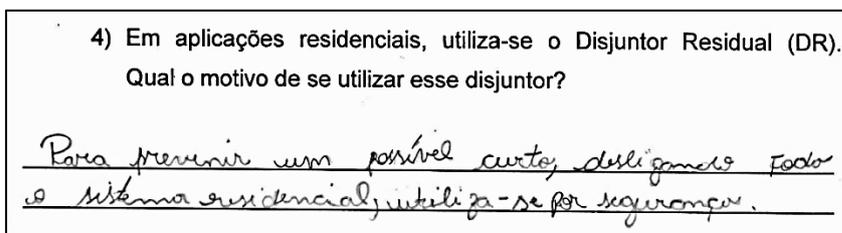


Fonte: Autor da pesquisa, 2016.

O temporizador apontado pela aluna nesta questão é denominado de T1 – Função B. Esse temporizador funciona de forma inversa ao TON, ou seja, ao ser acionado, ele energiza a saída, permitindo o sequenciamento (FRANCHI; CAMARGO, 2008).

A última questão do questionário tinha como objetivo averiguar os conhecimentos prévios sobre instalações elétricas residenciais. A pergunta realizada referia-se à utilização do dispositivo diferencial residual (DDR¹³). Nessa questão, os alunos na totalidade responderam que tinha a função de um disjuntor termomagnético (FIGURA 23). Porém, questionados sobre o que representava o termo residual, afirmaram jamais ter escutado, como comprova a resposta da aluna A 17.

Figura 23 – Questão 4, com a resposta desenvolvida pela Aluna A17



Fonte: Autor da pesquisa, 2016.

¹³ Dispositivo de segurança utilizado para proteção de pessoas e circuitos elétricos em situações em que ocorra contato direto ou indireto, protegendo-os quanto à corrente de fuga terra. - <http://www.weg.net/br/Produtos-e-Servicos/Controls/Protecao-de-Circuitos-Eletricos/Interruptores-Diferenciais-Residuais-DRs-RDW>.

Analisando esta questão em especial, percebi que esse dispositivo não foi abordado no curso técnico. Nesse sentido, planejei e realizei sua demonstração prática, o que será abordado, posteriormente, neste capítulo.

A partir da análise dos conhecimentos prévios, verifiquei que, na questão de lógica de programação, os alunos demonstraram domínio do assunto, o que pode ser corroborado com as observações das respostas sobre as perguntas referentes a este conteúdo.

Entretanto, o mesmo não ocorreu observando as respostas das questões de *hardware*. Alunos formandos de um curso técnico necessitariam ter, com maior frequência, aulas práticas, no intuito de se apropriarem do conhecimento desenvolvendo suas habilidades e competências técnicas.

Em consonância com o exposto, o Projeto Pedagógico de Curso (PPC) do IFSul diz que: “[...] o egresso deverá estar apto a desenvolver e projetar sistemas automatizados, atuar na execução, instalação e manutenção [...] utilizando técnicas, procedimentos e conhecimento que garantam a qualidade, integrado à higiene e segurança de trabalho” (IFSUL, 2007, p. 6).

Na próxima seção apresento a análise do desenvolvimento das atividades da intervenção pedagógica.

4.2 Análise do desenvolvimento do ambiente virtual e do ambiente real e suas interações

As atividades a seguir relatadas mostram o desenvolvimento da pesquisa da aula 2 à aula 9, desde a introdução da linguagem GRAFCET e sua utilização em sistemas sequenciais, até a transcrição desta à linguagem *Ladder* e, por conseguinte sua aplicabilidade direta em situações-problema transportadas para o ambiente real de sala de aula.

Para fins de organização, apresento as próximas subseções divididas por temáticas desenvolvidas durante a intervenção. Assim, em 4.2.1 “Linguagens de Programação utilizadas na intervenção”, analiso os dados obtidos em atividades de *software*. Posteriormente, em 4.2.2 “Desenvolvimento do painel elétrico e a

instalação física dos sensores”, discorro sobre os dados oriundos em atividades de *hardware*.

4.2.1 Linguagens de Programação utilizadas na intervenção

O início do desenvolvimento das atividades ocorreu por meio de aula expositiva dialogada. Introduzi o tema, inicialmente explanando e, posteriormente, questionando o motivo da utilização do GRAFCET dentro do contexto da pesquisa e de que forma pode ser utilizado em problemas do dia a dia, que envolvam situações sequenciais (Apêndice A).

Anteriormente ao início da aula de GRAFCET, como forma de incentivar os alunos e/ou mesmo despertar o interesse pela domótica, exibi vídeos que demonstravam as potencialidades dessa tecnologia em ambientes residenciais. Destaquei que a introdução da automação residencial no Brasil foi apresentada, pela primeira vez, em comerciais de televisão (exibidos em aula) na década de noventa, em que a empresa italiana Btcino¹⁴ apresentava soluções por módulos isolados descentralizados (iluminação, temporizadores, saídas de gás, etc.) de uma unidade inteligente.

Posteriormente, dialoguei como ocorreu a evolução dessa tecnologia até o tempo atual, em que os módulos residenciais interagem (sistema centralizado) e podem ser acessados por meio de um *tablet*, por exemplo. Ademais, apresentei as perspectivas referentes à casa do futuro em Seul – Coreia do Sul, que é um laboratório que projeta a tecnologia residencial para os anos vindouros.

A partir dos diálogos e vídeos apresentados, surgiram alguns questionamentos, dentre os quais os alunos mencionaram: “*gostaria de fazer em casa*” (A7), “*vamos aprender a fazer?*” (A2). No entanto, o que me chamou a atenção foi quando o aluno A6 disse: “*E se estragar? Não conseguirei sequer acender a lâmpada?*”. Demo (1998, p. 13) diz que:

[...] questionamento reconstrutivo é a maneira de todo dia se questionar e se reconstruir. O conhecimento só pode ser inovador, se, antes de mais nada, souber inovar-se. Todo processo de questionamento reconstrutivo precisa, pelo questionamento permanente, reconstruir-se indefinidamente.

¹⁴ Btcino - <http://www.btcino.com/>

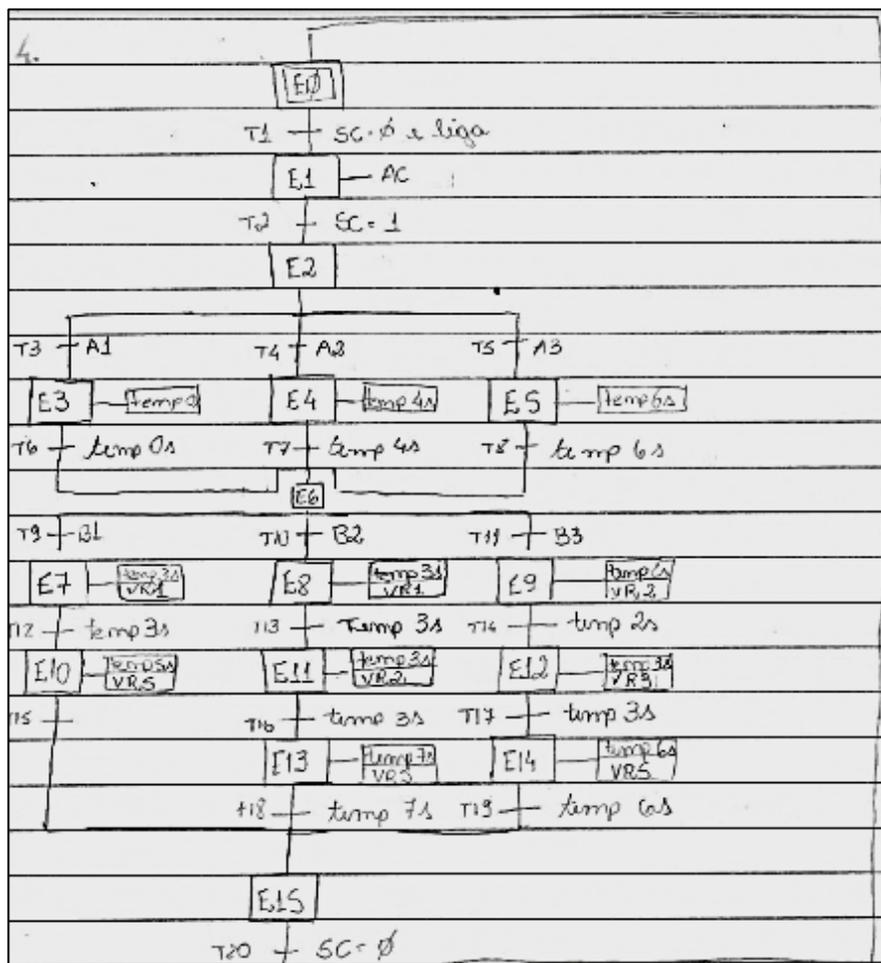
Nesse contexto, respondi que *“a tecnologia é muito interessante, porém, sempre que possível tentem fazer a automatização de um sistema com a possibilidade de utilizá-lo na forma MANUAL ou AUTOMÁTICA, pois o ideal é que a tecnologia se torne uma solução e não um problema”*.

Após essa conversa inicial, explorei quatro atividades sequenciais (Apêndice E), dentre as quais as duas primeiras se assemelhavam com as questões abordadas nos conhecimentos prévios. O aluno A1 mencionou: *“professor as duas primeiras são semelhantes as que vimos”*. prontamente respondi: *“Sim, porém naquele momento vocês sabiam apenas a linguagem Ladder, agora sabem também como programar/modelar na nova linguagem aprendida”*.

Na atividade proposta, os exercícios de 1 a 3 traziam exemplos de estrutura linear de sequência. Nestes, os alunos não demonstraram dificuldade por assemelharem-se ao exemplo dialogado na aula expositiva. Entretanto, no exercício 4 abordei o exemplo de seleção entre sequências. Neste houve vários questionamentos como: *“Professor não entendi”* (A8), *“o que devo fazer aqui?”* (A18), *“a primeira seleção é a do tipo de bebida ou açúcar?”* (A5).

Tratando-se da modelagem sequencial por GRAFCET de uma máquina *dispenser* de bebidas quentes (FIGURA 24), na qual havia sugestões de bebidas e nível de açúcar, questionei-os de que forma funcionava uma máquina de café, contextualizando com as máquinas comumente encontradas em estabelecimentos comerciais. A partir desse entendimento, associaram que a chave seletora tinha 3 possibilidades, ou seja, três caminhos a serem percorridos de acordo com a seleção realizada

Figura 24 – GRAFCET da máquina de bebidas quentes – Aluno A15

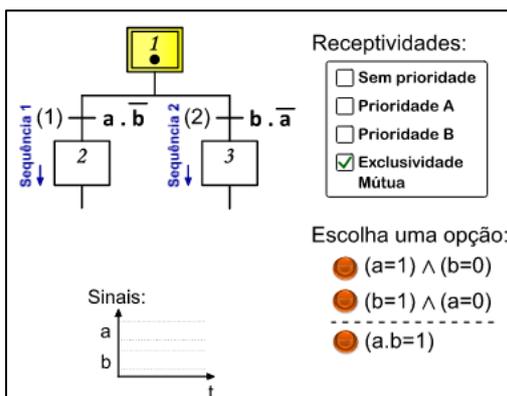


Fonte: Autor da pesquisa, a partir do aluno A15.

O aluno A15 utilizou a estratégia de modelagem por GRAFCET, evidenciando a sequência T-E-A¹⁵ e a seleção entre sequências (FIGURA 25) que, de acordo com a receptividade verdadeira, é o caminho/sequência a ser executada (SILVEIRA; SANTOS, 2008). Para tanto, o aluno A15 colocou algumas etapas vazias (E2, E6 e E15), ou seja, sem ação, apenas como forma de manter o sequenciamento necessário para o funcionamento do diagrama.

¹⁵ Sequência necessária para o funcionamento do GRAFCET (Transição – Etapa – Ação).

Figura 25 – Exemplo de seleção entre sequências



Fonte: http://egracfet.utad.pt/Home/Estruturas_E_EscolhaSequencia

Após a resolução individual das atividades propostas, os alunos explanaram: *“professor nos parece mais fácil programar nessa linguagem que na anterior”* (A6). Segundo Rosário (2009, p. 41):

Essa especificação oferece muitas vantagens a usuários e programadores, principalmente na modelagem de problemas complexos de automação, pois permite dividir o problema em várias partes, tornando mais simples a programação e facilitando a visualização da sequência de operações, da alteração de especificação e da detecção de falhas conceituais no programa.

O GRAFCET tem a flexibilidade de ser utilizado em quaisquer sistemas de ordem sequencial, por isso illustrei exemplos que contemplaram desde a possibilidade industrial, permeando pela máquina de café, até alcançar sistemas domóticos, foco desta pesquisa.

Por conseguinte, antes da entrega das atividades referentes aos 3 cenários propostos (Apêndice F) a serem implementados lógica e fisicamente, solicitei que formassem grupos por afinidade, identificados como 1, 2 e 3 para a Turma_1 e 4, 5 e 6 para a Turma_2. Entreguei aos grupos os três cenários (repliquei os cenários nas duas turmas) de forma que todos os grupos conhecessem as 3 situações propostas.

As atividades foram realizadas em grupos, pois estes devem propiciar a cooperação e a colaboração, que é

[...] uma filosofia de interação e um estilo de vida pessoal, enquanto que a cooperação é uma estrutura de interação projetada para facilitar a realização de um objetivo ou produto final. Assim, pode-se dizer que a aprendizagem colaborativa é muito mais que uma técnica de sala de aula, é uma maneira de lidar com as pessoas que respeita e destaca as habilidades

e contribuições individuais de cada membro do grupo (TORRES; IRALA, 2007, p. 73).

Ao término da elaboração dos GRAFCETs, aconselhei que socializassem as respostas encontradas com os demais grupos no intuito de partilhar informação, apresentando os resultados encontrados e discutindo quais os caminhos que foram tomados para encontrarem as resoluções. Assim os alunos fizeram e perceberam que há várias formas de modelar uma mesma situação.

Entendo que a realização de trabalhos em grupos por meio de aprendizagem colaborativa, requer que o professor fomente e instigue o educando. Para Santos et al. (2005, p. 21),

O educador não pode ser passivo, ficar aguardando as tentativas dos alunos para ver se serão frustradas ou de sucesso. Ele deve orientar seus educandos propondo estratégias adequadas ao desenvolvimento dos diferentes conteúdos.

Concluída esta etapa, realizei o sorteio dos cenários, viabilizando que cada grupo trabalhasse em apenas um único cenário, com a possibilidade de reconstruir o GRAFCET, se assim fosse necessário. Logo após essa explanação oral, o aluno A15 mencionou: *“Professor como inicio o GRAFCET?”*. Respondi: *“Da mesma forma que iniciamos qualquer GRAFCET. Como se inicia?”*. E o aluno respondeu: *“Ah! Entendi professor, sempre pelo duplo quadrado. Tá sor e depois?”*. Então disse: *“Veja o que a situação-problema propõe e siga o sequenciamento conforme a descrição”*.

Assim, no decorrer da pesquisa e na construção dos GRAFCETs pelos grupos, foi necessário "Criar neles o hábito e a atitude de enfrentar a aprendizagem como um problema para o qual deve ser encontrada uma resposta" (ECHEVERRÍA; POZZO, 1988, p. 14).

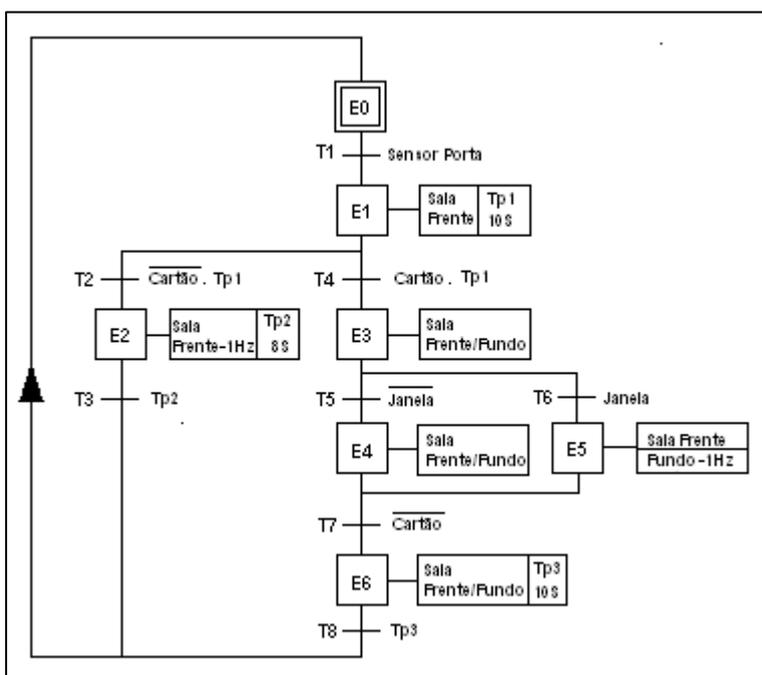
Acredito que nessa etapa a dificuldade apresentada pelos alunos foi interpretar as situações-problema, ou seja, modelar de forma sequencial de acordo com o enunciado de cada atividade. Para tanto, antes da conversão de GRAFCET para *Ladder*, houve a necessidade de revisar cada uma das resoluções apresentadas, elucidando a sequência T-E-A.

Como exemplo de sequência (T-E-A), descrevo o cenário 1 (sala de aula), em que a programação inicia pela etapa de repouso (duplo quadrado) até o momento de

abrir a porta mudando a lógica associada ao sensor (traço perpendicular). Por consequência, a lâmpada acende (retângulo), ou seja, o sensor é a receptividade. Se a lógica for verdadeira (T), o programa evolui para a próxima etapa (E) e aciona a respectiva lâmpada (A).

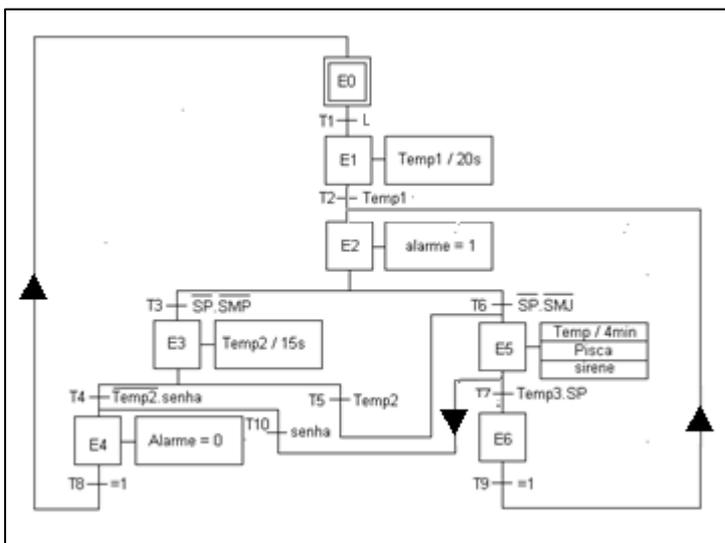
A seguir, apresento os GRAFCETs elaborados pelos grupos de alunos que contemplaram as três situações-problema (FIGURAS 26, 27 e 28). Estas apresentam a mesma estrutura de seleção de sequência e serviram de base para a construção dos programas em *Ladder* e, conseqüentemente, para a apresentação/demonstração durante o seminário.

Figura 26 – Cenário 1 (sala de aula): Resolução por GRAFCET apresentada pelo grupo 4



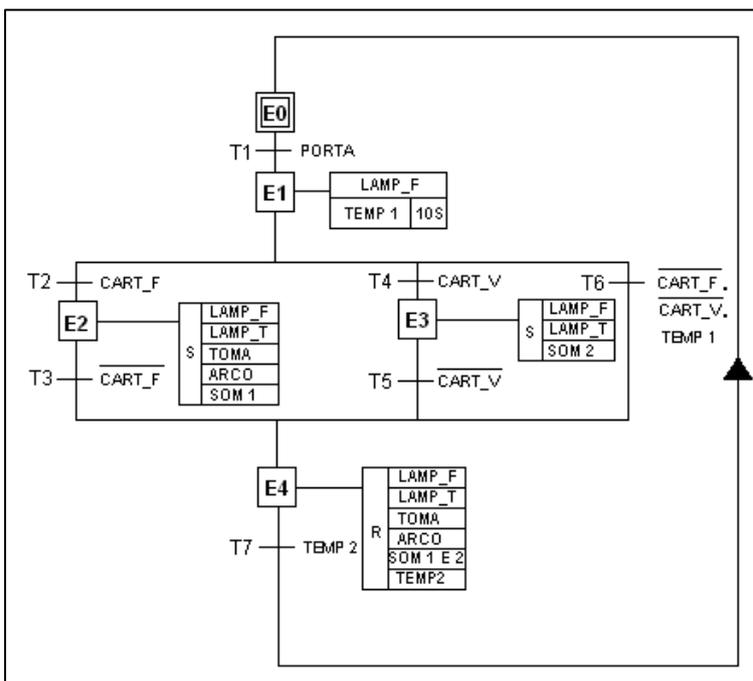
Fonte: Autor da pesquisa, a partir do grupo 4.

Figura 27 – Cenário 2 (sistema de alarme): Resolução por GRAFCET apresentada pelo grupo 5



Fonte: Autor da pesquisa, a partir do grupo 5.

Figura 28 – Cenário 3 (Ambiente comercial/industrial): Resolução por GRAFCET apresentada pelo grupo 3



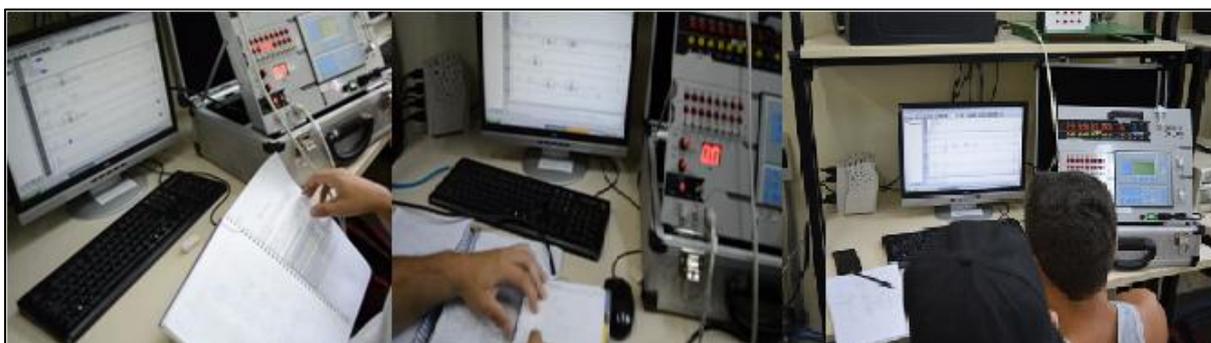
Fonte: Autor da pesquisa, a partir do grupo 3

Logo após desenvolverem a habilidade de modelar uma situação sequencial por meio do GRAFCET, passei à etapa posterior de transcrever essa linguagem para a usual *Ladder*, pois a maioria dos CLPs possui essa linguagem de programação.

O aluno A9 perguntou: “*Professor agora que aprendemos GRAFCET vamos aprender o que?*”. Respondi: “*Neste momento vou socializar a técnica de passagem de uma linguagem para a outra*”. Então, o Aluno A8 comentou: “*professor estando com o GRAFCET correto, basta apenas olhar para o sequenciamento e dividir o programa em três partes: Transição, Etapa e Ação?*”. Para tanto, respondi, com base em Silveira e Santos: “*Sim, mas para isso o GRAFCET deve estar exato, para então transcrever para a linguagem Ladder*”.

Durante a transcrição do GRAFCET à linguagem *Ladder*, houve necessidade de estar constantemente com a modelagem GRAFCET em mãos para poder analisar cada etapa separadamente e, por conseguinte escrevê-la no software *Master Tool IEC* (FIGURA 29).

Figura 29 – Transcrição da Modelagem GRAFCET em linguagem *Ladder*



Fonte: Autor da pesquisa, 2016.

As dúvidas surgiam constantemente, “*professor porque meu programa parou na Etapa-5?*” (A10), ou então, “*porque o programa não retorna à Etapa-0?*” (A1). Essas dúvidas só podem ser investigadas, mesmo pelo professor, quando o grupo contiver o GRAFCET em mãos, pois todos os passos planejados partem da elaboração prévia do GRAFCET. O desenvolvimento das transcrições da linguagem GRAFCET à *Ladder* referente aos três cenários (FIGURAS 26, 27 e 28) é apresentado no apêndice L, com as respectivas telas gráficas elaboradas pelos grupos.

Em síntese, a análise desta subseção permite inferir frente aos dados obtidos que os alunos desenvolveram habilidade em modelar por meio de GRAFCET, e, conseqüentemente, transcrevê-la para a linguagem *Ladder*. Posteriormente, realizaram a simulação computacional no *software Master Tool IEC*, testando-a praticamente na *Training Box DUO*.

Na próxima seção, apresento a instalação física dos sensores e a construção do painel elétrico centralizado.

4.2.2 Desenvolvimento do painel elétrico e a instalação física dos sensores

Anteriormente ao desenvolvimento do painel e da instalação dos sensores na sala de aula, surgiu, a partir da análise do questionário de conhecimentos prévios, a necessidade de realizar demonstração (FIGURA 30) do funcionamento dos DRs.

Figura 30 – Demonstração de funcionamento dos DRs



Fonte: Autor da pesquisa, 2016.

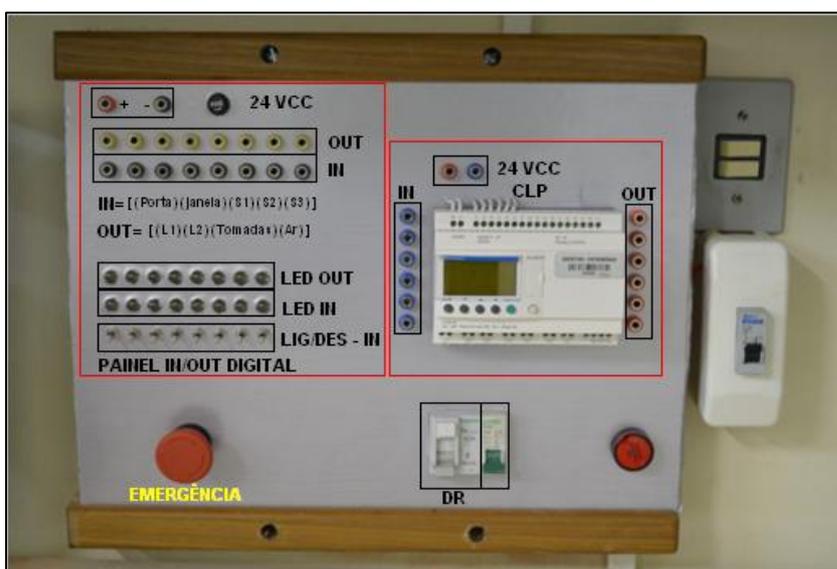
Percebi que, no decorrer dos 3 primeiros anos, esses dispositivos não haviam sido abordados, portanto, solicitei aos alunos que fizessem prévia pesquisa individual (*website google*), priorizando quais os testes práticos que se deve realizar no sentido de comprovar a eficácia do dispositivo, quando inserido em um circuito elétrico.

Durante a demonstração prática com os DRs, salientei sua utilização como circuito de segurança, principalmente em áreas molhadas e/ou externas, como regulamenta a NBR 5410¹⁶. Portanto, a principal função do dispositivo vem a ser prevenir o risco de acidentes ocasionados por choques elétricos. Ademais, abordei a forma de ligação à rede elétrica, exemplificando quais os procedimentos e os testes responsáveis por verificar a eficácia desse dispositivo no sentido de manter a integridade física das pessoas.

Posteriormente, reiterei a proposta de tornar o ambiente da sala de aula automatizável, partindo do pressuposto de que deveria existir um painel elétrico centralizado, contendo as possíveis entradas e saídas advindas do ambiente. Assim, a partir das situações-problema propostas, do estudo do GRAFCET e da parceria professor-alunos, não apenas se transformou o ambiente físico de sala aula, mas se efetuou o controle discreto de uma situação real.

No ensino técnico, a preocupação latente dos alunos é aprender por meio de práticas. Entretanto, para que haja sucesso na prática, é necessário que a teoria se materialize por meio dela. Nesse sentido, apresento o painel instalado e finalizado (FIGURA 31) pela parceria professor-alunos, ou seja, materializado. Na sequência, descrevo os passos teóricos responsáveis pelo desenvolvimento da teoria em prática.

Figura 31 – Painel elétrico centralizado, desenvolvido pela parceria professor-alunos



¹⁶ NBR 5410 – Norma Brasileira para as instalações elétricas de baixa tensão.

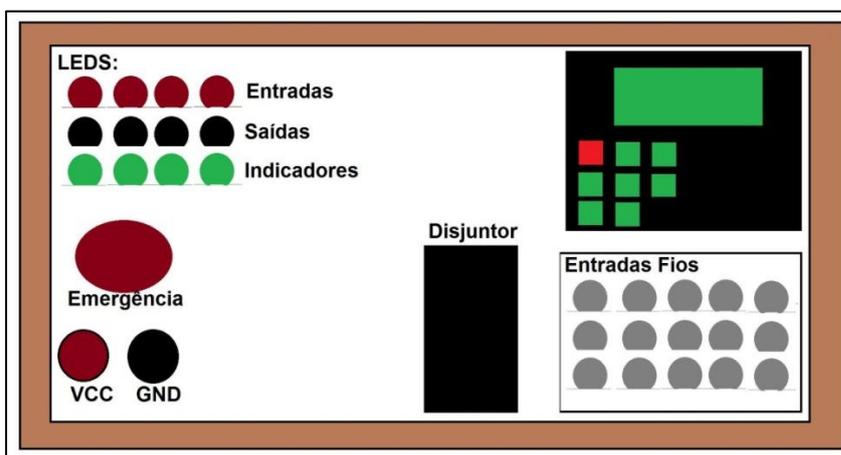
Fonte: Autor da pesquisa, 2016.

Entendo e concordo que a teoria, em si,

[...] não transforma o mundo. Pode contribuir para sua transformação, mas para isso tem que sair de si mesma, e, em primeiro lugar tem que ser assimilada pelos que vão ocasionar, com seus atos reais, efetivos, tal transformação. Entre a teoria e a atividade prática transformadora se insere um trabalho de educação das consciências, de organização dos meios materiais e planos concretos de ação; tudo isso como passagem indispensável para desenvolver ações reais, efetivas. Nesse sentido, uma teoria é prática na medida em que materializa, através de uma série de mediações, o que antes só existia idealmente, como conhecimento da realidade ou antecipação ideal de sua transformação (VÁZQUEZ *apud* SAVIANI, 2003, p. 73).

A teorização/idealização da construção do painel ocorreu paralelamente às atividades de transcrição do *GRAF CET-Ladder*, pois havia a necessidade de se pré-visualizar o que se almejava de *layout*, para posteriormente pensar sobre a construção física desse painel. Dessa forma, solicitei que, individualmente, trouxessem *layouts* para que, na aula posterior, elencássemos por meio de votação qual seria o escolhido dentre as sugestões (FIGURA 32) para ser desenvolvido fisicamente ao longo da intervenção.

Figura 32 – Painel da aluna A18 escolhido entre os alunos para ser construído



Fonte: Autor da pesquisa, a partir da aluna A18.

Após a escolha, houve diálogo a respeito da possibilidade de realizar modificações, a exemplo da entrada de alimentação ficar na parte superior. Dessa forma, deixando o botão de emergência em local de acesso rápido e seguro. Ademais propus que o painel deveria conter 8 entradas/saídas digitais provenientes do ambiente e que o CLP sugerido para compor o painel deveria utilizar 6 entradas/saídas digitais. Nesse contexto, todos os alunos concordaram.

Por conseguinte, ocorreu à construção do painel. O material utilizado foi de reaproveitamento de madeira que havia no campus e o processo de furação (FIGURA 33) foi realizado pelo aluno A14, bolsista da mecânica que se prontificou em furar o painel na fresadora ferramenta.

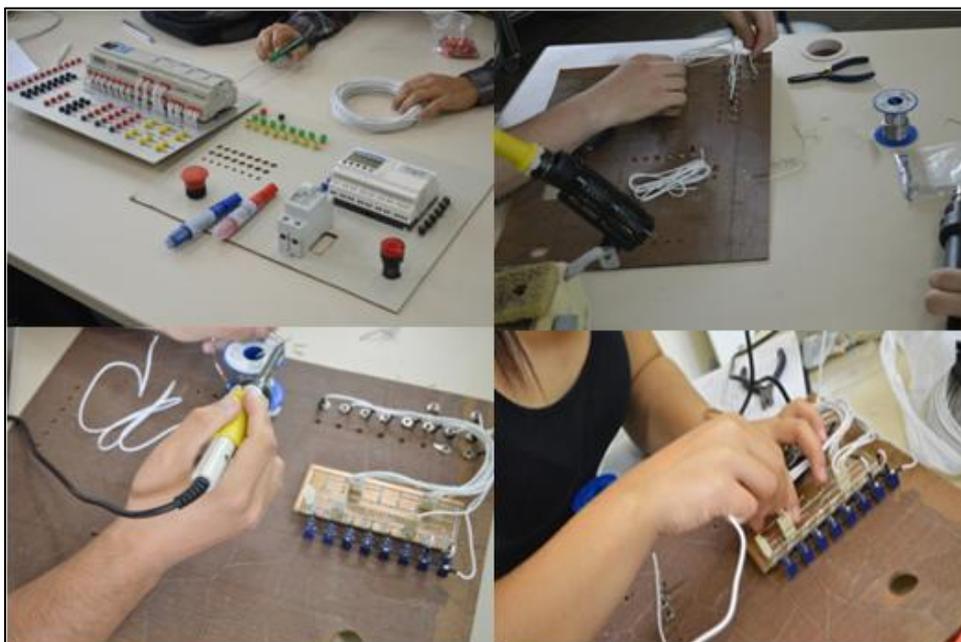
Figura 33 – Processo de furação do painel elétrico



Fonte: Autor da pesquisa, 2016.

Como citado anteriormente, paralelamente à transcrição de GRAFCET para *Ladder*, no decorrer das aulas convidava os integrantes dos grupos por um intervalo de, pelo menos, 20 minutos, para realizarem a atividade da montagem elétrica do painel. Dessa forma, todos os integrantes e grupos trabalharam na montagem do painel. A Figura 34 exibe a montagem do painel realizada pelos alunos.

Figura 34 – Montagem inicial e pré-visualização de como ficaria o painel após montagem



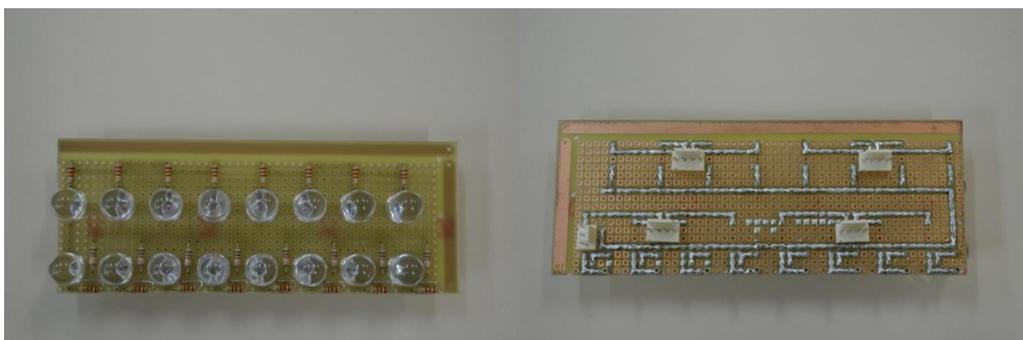
Fonte: Autor da pesquisa, 2016.

Esta atividade proporcionou aos alunos identificarem quais seriam as entradas e saídas físicas, além da montagem prática do painel, a qual auxiliou no desenvolvimento da aptidão manual em solda e na organização da fiação elétrica. Conseqüentemente, ao

[...] colocar em prática os conhecimentos adquiridos, o sujeito modifica sua realidade imediata. Logo, o conhecimento teórico perde seu caráter de ser apenas “uma compreensão do que acontece”, para se tornar “um guia para a ação” (GASPARIN, 2007, p. 8, grifos do autor).

Em paralelo às atividades dos alunos, durante a intervenção contribuí, construindo e instalando equipamentos (FIGURAS 35, 36 e 37). A cada aula havia um novo “produto” que auxiliava nos cenários propostos. Dessa forma, o aluno teve a percepção de que não estava realizando a atividade individualmente, pois havia uma pessoa envolvida nas atividades, trabalhando junto a ele.

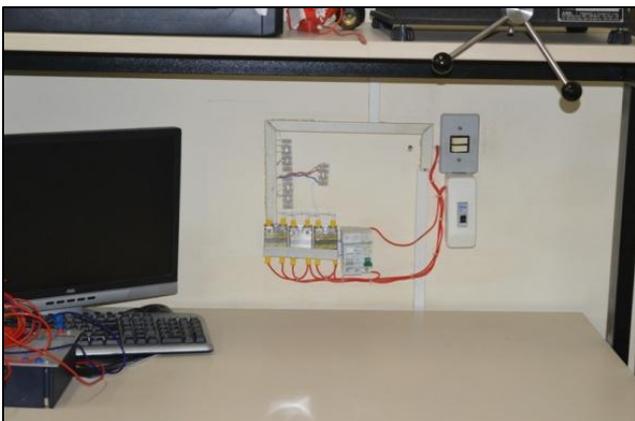
Figura 35 – Placa com *leds* desenvolvida pelo autor da pesquisa para indicar as entradas e saídas digitais



Fonte: Autor da pesquisa, 2016.

Ademais, instalei a etapa de potência responsável pela conexão do painel com as cargas existentes na sala, haja vista que se tratava da rede monofásica da escola e, como medida de segurança dos alunos envolvidos na pesquisa, preferi realizar eu mesmo essa etapa.

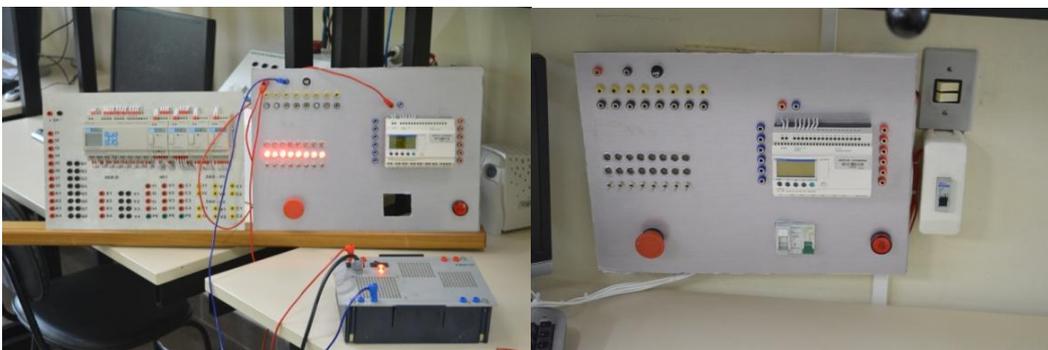
Figura 36 – Instalação da etapa de potência para posterior interligação com o painel elétrico



Fonte: Autor da pesquisa, 2016.

Em atribuição aos pressupostos de Demo (1998), durante a intervenção utilizei as indicações de pistas e a possibilidade da autossuficiência sugerida. Senti que, perceberem o professor/pesquisador trabalhando ao lado de forma colaborativa (FIGURA 36), estimulava-os de maneira concreta, refletindo na predisposição em aprender.

Figura 37 – Testes realizados em bancada e posterior instalação



Fonte: Autor da pesquisa, 2016.

Com relação à instalação elétrica dos sensores, chamo a atenção para a aula 6 (Apêndice H), pois “em vez de quadro-negro e carteiras, a sala de aula tem furadeira, martelos, parafusos, grampos e serra tico-tico” (MARINS, 2013, texto digital). Essa aula não teve apenas o objetivo de verificar a aptidão manual dos alunos, mas também de inseri-los no contexto físico (FIGURA 38) representado por cada cenário.

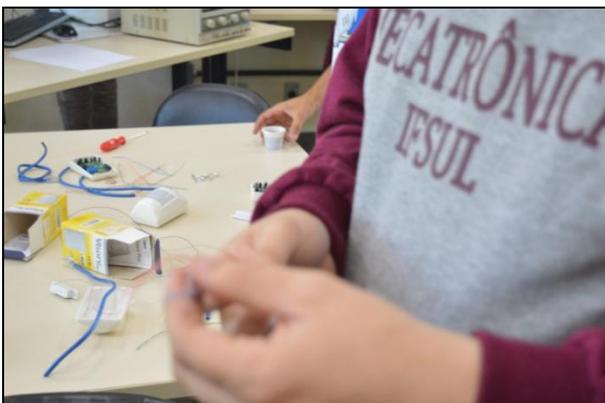
Figura 38 – Alunos instalando sensores magnéticos nas janelas (A, B) e infravermelhos na parede (C, D).



Fonte: Autor da pesquisa, 2016.

Muitos alunos comentaram nesta aula: *“professor eu nunca desencapei um fio”* (A19). Outros disseram: *“professor posso fazer um furo na parede para fixar o sensor?”* (A17). E, antes da instalação física dos sensores (FIGURA 39), perguntaram: *“Como se faz a ligação de um sensor infravermelho?”* (A4). Ao que respondi: *“vejam o esquemático (manual que acompanha o sensor), usem o multímetro, testem o funcionamento”*.

Figura 39 – Teste dos sensores



Fonte: Autor da pesquisa, 2016.

As narrativas dos alunos e observações durante as aulas permitem afirmar que foram desenvolvidas habilidades técnicas no decorrer da intervenção pedagógica, desde o manuseio de uma ferramenta (alicate, furadeira, chave de fenda, etc.) até a elaboração da programação de um sistema sequencial discreto.

Para alguns alunos, realizar modificações físicas na sala de aula, ou seja, instalar sensores nas paredes, janelas e porta, foi uma experiência diferenciada realizada em ambiente escolar. Também os colegas de curso, poderiam, em futuro próximo, vir a usufruir desse ambiente.

A partir do Educar pela Pesquisa e das situações-problema propostas, os alunos puderam ter a experiência de elaborar, desenvolver e executar as modificações físicas necessárias na sala de aula. Construíram um painel elétrico de maneira tal, que, por meio de programação sequencial lógica e as conexões físicas entre este painel e o CLP, possibilitaram transformar a sala de aula em uma ferramenta didática automatizável.

4.3 Análise do Seminário e das conclusões individuais dos alunos oriundas do relatório individual

O seminário ocorreu na 10ª aula e configurou-se como o momento de externar as diversas experiências vivenciadas pelos grupos ao longo da intervenção. Concordo com afirmação de Carbonesi (2016, texto digital)

Como forma de promoção de aprendizagem é importante destacar que o uso do seminário deve representar uma ferramenta avaliativa formativa que tenha como objetivo contribuir para o desenvolvimento da perspectiva de construção de novos saberes a partir da prática da pesquisa.

Durante o seminário, os alunos explanaram oralmente o desenvolvimento das atividades, a metodologia diferenciada e as dificuldades encontradas (QUADRO 2¹⁷). Na primeira coluna identifiquei o grupo dos alunos; na segunda coluna ilustro o cenário que estes alunos estavam desenvolvendo; e, por fim, relato a fala realizada.

Quadro 2 – Transcrição das falas dos alunos sobre as dificuldades encontradas durante o desenvolvimento da pesquisa

GRUPO	CENÁRIO	COMENTÁRIOS
1	1	<i>O nosso primeiro GRAFCET foi um caos, e cada vez que a gente fazia sempre dava um erro diferente. E o segundo também não deu sucesso. Até fazer o que a gente passou para Ladder (A4).</i>

¹⁷ Recortes das escritas e comentários dos alunos. Apresento em forma de quadros e em itálico, com **grifos meus**.

1	1	<i>A dificuldade foi implementar o contador no GRAFCET (A2).</i>
1	1	<i>A gente vacilou um pouquinho no nosso trabalho porque é um grupo grande e um tem uma ideia e o outro tem outra e assim dá conflito e é difícil (A5).</i>
2	2	<i>A gente teve várias falhas durante o decorrer das aulas, mas a gente conseguiu resolver (A10).</i>
2	2	<i>O erro que a gente não conseguiu resolver foi o de colocar a senha com 4 dígitos, apenas com dois (A3).</i>
3	3	<i>No início quando foi aplicado aquele teste a gente não sabia o que era domótica [...] e ao longo das aulas a gente fez pesquisas para entender cada coisa (A7).</i>

Fonte: Autor da pesquisa, 2016.

Os comentários dos alunos refletem o desconforto gerado pelas dificuldades enfrentadas no momento em que eram apresentados a uma nova temática, o que pode ser notado quando o aluno (A7) diz: “No início quando foi aplicado aquele teste a gente não sabia o que era domótica”. Demo (1998) afirma que, para existir aprendizagem de algo novo, faz-se necessário desconstruir e reconstruir constantemente o conhecimento.

Cabe salientar que o grupo 1, durante a apresentação do seminário, compartilhou mais experiências que os demais grupos. Entretanto, os grupos 4, 5 e 6 não aparecem nos Quadros que se referem ao seminário, pois preocuparam-se em apresentar a demonstração, ou seja, a funcionalidade prática frente ao ambiente real.

Quanto ao desenvolvimento do trabalho, apresento a manifestação oral de alguns alunos no Quadro 3. Assim como no Quadro 2, nas duas primeiras colunas mantenho o número do grupo ao qual o aluno pertencia e o cenário por ele desenvolvido.

Quadro 3 – Transcrição dos comentários orais dos alunos sobre o desenvolvimento da pesquisa

GRUPO	CENÁRIO	COMENTÁRIOS
1	1	<i>Se alguém quiser até em casa automatizar uma parte, tem um exemplo e não só em casa na indústria também e hoje a gente é capacitado para fazer isso daí (A5).</i>
1	1	<i>E também a gente fez a tela gráfica que é mais uma interação entre o usuário [...] para ver o que está acontecendo fisicamente e na instalação dos sensores a gente pode ver</i>

		<i>mais ou menos o que ia acontecer (A4).</i>
1	1	<i>O E0 (Etapa inicial) tipo, é a parte mais importante do nosso programa, porque a gente testava e via onde que tava os nossos erros. Muitos dos erros que a gente teve, foram solucionados a partir dessa etapa E0 (A2).</i>
3	3	<i>Na sala de automação a gente instalou recursos novos, sensores infravermelhos, o painel que a gente desenvolveu o layout e tem os sensores reed switch nas janelas e na porta (A1).</i>

Fonte: Autor da pesquisa, 2016.

O desenvolvimento da pesquisa foi ressaltado nos momentos em que as etapas e, por consequência, as habilidades foram sendo desenvolvidas, conforme aluno (A1) comenta: “Na sala de automação a gente instalou recursos novos, sensores infravermelhos”. Segundo Antunes (2002, p. 29):

[...] os saberes não se acumulam, não constituem um estoque que se agrega à mente, e sim há a transformação da integração, da modificação, do estabelecimento de relação e da coordenação entre esquemas de conhecimento que já possuímos, em novos vínculos e relações a cada nova aprendizagem conquistada.

Durante o seminário de avaliação, os alunos comentaram sobre como compreenderam a metodologia utilizada durante a intervenção pedagógica. No Quadro 4 apresento os comentários dos alunos sobre a metodologia.

Quadro 4 – Transcrição das falas dos alunos referente à metodologia utilizada na pesquisa

GRUPO	CENÁRIO	COMENTÁRIO
1	1	<i>Concluo que o nosso método de aprendizagem foi muito bom, porque a gente além de aprender a teoria [...] a gente tá botando a mão na massa (A5).</i>
2	2	<i>Esse método foi muito bom, porque a gente pode ver o que a gente fez em ação (A10).</i>
2	2	<i>Cada integrante do grupo identificou-se com uma parte do projeto. GRAFCET, transcrever de GRAFCET para Ladder e a prática da instalação dos sensores (A8).</i>
3	3	<i>Sem falar que foi um projeto desenvolvido pela turma inteira todo mundo fez pelo menos um cenário [...] a gente trouxe uma coisa diferente para o IF (A7).</i>

3	3	<i>É uma marca, digamos que junto com o professor a gente vai acabar deixando para a escola e vai ser muito bom para as turmas futuras, visualizar uma coisa na prática a gente sempre vê muita teoria (A6).</i>
---	---	--

Fonte: Autor da pesquisa, 2016.

Segundo a análise das transcrições das falas no Quadro supracitado, os alunos mencionaram que “[...] o nosso método de aprendizagem foi muito bom, porque a gente além de aprender a teoria [...] a gente tá botando a mão na massa” (A5). A aluna A1 fez a seguinte consideração:

Esse método também fez a gente trabalhar durante todas as aulas e não deixar para última semana antes da prova e estudar para fazer a prova, não! Em todas as aulas a gente aprendia e tinha que ter aquela coisa de aprender em cada aula o que tinha para aprender, não era aquela coisa corrida à gente aprendeu tudo que precisava em todas as aulas que a gente teve. Então, foi um método melhor do que o padrão que a gente tinha antes.

Essa consideração da aluna remete a Masetto (2003, p. 88), pois esta metodologia envolveu estratégia e técnica.

Estratégia e técnica não são a mesma coisa, [...] estratégia é um termo mais amplo que técnica. Estratégia é uma maneira de se decidir sobre um conjunto de disposições, ou seja, são os meios que o docente utiliza para facilitar a aprendizagem dos estudantes. Técnica são recursos e meios materiais que estão relacionados aos instrumentos utilizados para atingir determinados objetivos.

Nesse sentido, acredito que o desenvolvimento de atividades que incentivem os alunos a procurarem novos conhecimentos, tornando-os pesquisadores e/ou investigadores, por meio de práticas diferenciadas, enriquecem as habilidades e competências adquiridas, o que pode ser confirmado pelas conclusões individuais dos alunos apontadas no relatório final do projeto.

Para complementar a análise de opinião dos alunos, no Quadro 5 apresento algumas conclusões dos alunos oriundas do relatório final do projeto. Destaco estas citações, pois nestas falas escolhidas os alunos sintetizaram o desenvolvimento da pesquisa. Inclusive grifei alguns termos e frases que sugerem a promoção do aluno de objeto a sujeito.

Quadro 5 – Conclusões retiradas do relatório final do projeto

Aluno	Conclusão
A1	<p><i>Tivemos grandes dificuldades ao decorrer das aulas devido ao fato de termos inicialmente pouco conhecimento sobre GRAFCET, mas ao investigarmos o local do erro íamos aprendendo mais e tivemos de buscar formas para solucionar estes problemas. Por isso, fomos desenvolvendo formas de aprender melhor todos os conteúdos novos e foi assim que conseguimos concluir o projeto (grifos meus).</i></p>
A6	<p><i>Podemos concluir que o desenvolvimento deste trabalho nos possibilitou abrir um novo leque de possibilidades dentro da automação. O fato de as dúvidas serem sanadas ao longo das aulas, quando dificuldades eram encontradas, fez com que fosse muito mais fácil fixar o conteúdo. O conhecimento adquirido ao longo do projeto será levado para nossas carreiras como técnicos, pois não só desenvolvemos nosso conhecimento em automação, mas também aprendemos a trabalhar em grupo e a tirar lições de cada dificuldade encontrada, não desistindo no primeiro empecilho (grifos meus).</i></p>
A14	<p><i>O projeto de domótica desenvolvido em aula pelo professor foi muito bem aproveitado, levando em consideração que a maior parte do curso técnico em Mecatrônica é somente teoria, aplicar um projeto como esse desenvolve o aluno a descobrir problemas práticos que não são estudados na teoria, como por exemplo, furar uma parede para fixar um sensor, coisa simples, mas que requer prática para ser desenvolvido (grifos meus).</i></p>
A9	<p><i>Achei muito construtiva essa automação feita na sala de aula, onde todo mundo se ajudou mesmo sendo de grupos diferentes, as dinâmicas de aula foram boas, o professor ajudando muito os grupos. Mas o mais legal de tudo foi ver que boa parte do que foi ensinado em aula nesse período letivo pode ser aplicado em minha própria casa (grifos meus).</i></p>

A4	<p>Acho que faltava essa interação da vida cotidiana nas aulas práticas, pois nos possibilitou conhecer e saber como se usar algumas ferramentas, acredito que todos gostaram e deveria acontecer em outras matérias técnicas uma prática dessa maneira acaba sendo muito mais proveitosa as aulas, e nos ensina a lidar com a vida cotidiana e até mesmo dentro de indústrias (grifos meus).</p>
----	---

Fonte: Autor da pesquisa, 2016.

As narrativas dos alunos permitem refletir sobre o modo como o aluno passa a assumir o protagonismo em sua própria aprendizagem, tornando-se sujeito do seu próprio conhecimento. Isso porque Educar pela Pesquisa permite desenvolver de uma forma construtiva conhecimentos e habilidades através da “[...] *interação da vida cotidiana nas aulas práticas*” (A4). Dessa forma, problemas práticos que recorrentemente são desenvolvidos apenas em teoria (A14), passam a adquirir outros sentidos e novas formas de solucionar problemas (A1).

Pelas conclusões individuais dos alunos, percebe-se a imersão deles frente a este trabalho. O aluno A6 afirma que “*o conhecimento adquirido ao longo do projeto será levado para nossas carreiras como técnicos*”; já o aluno A14 disse que “*aplicar um projeto como esse desenvolve o aluno a descobrir problemas práticos que não são estudados na teoria*”.

Nesse sentido, concordo com Masetto (1997, p. 35) quando ele afirma que o espaço de sala de aula deve ser um espaço de vivência.

Quando o aluno percebe que pode estudar nas aulas, discutir e encontrar pistas e encaminhamentos para questões de sua vida e das pessoas que constituem seu grupo vivencial, quando seu dia-a-dia de estudos é invadido e atravessado pela vida, quando ele pode sair da sala de aula com as mãos cheias de dados, com contribuições significativas para os problemas que são vividos “lá fora”, este espaço se torna espaço de vida, a sala de aula assume um interesse peculiar para ele e para seu grupo de referência.

Ao comparar a 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*.

Dessa forma, as atividades realizadas no decorrer da pesquisa viabilizaram aos alunos progredirem de objetos a sujeitos, como menciona Demo (1998). Nesse período, pude vislumbrar o questionamento reconstrutivo à medida que ia avançando a temática abordada por encontro e as habilidades desenvolvidas para a resolução de cada etapa reiteravam-se, até o momento da apresentação do seminário. De acordo com Moran (2000, p. 75):

Os alunos passam a ser descobridores, transformadores e produtores do conhecimento. A qualidade e a relevância da produção dependem também dos talentos individuais dos alunos que passam a ser considerados como portadores de inteligências múltiplas. Inteligências que vão além das linguísticas e do raciocínio matemático que a escola vem oferecendo. Como parceiros, professores e alunos desencadeiam um processo de aprendizagem cooperativa para buscar a produção do conhecimento.

Como forma de análise da predisposição dos alunos durante as etapas que contemplaram a pesquisa do uso da domótica no ensino de automação, realizei questionário de avaliação, o qual apresento na próxima seção.

4.4 Análise do questionário de avaliação

O questionário de avaliação apresentou evidências da predisposição dos alunos em aprender automação, por meio da domótica. Este questionário contemplou seis questões, as quais foram respondidas após a apresentação do seminário, último evento da intervenção pedagógica.

A questão 1 e as respectivas transcrições das respostas dos alunos são apresentadas no Quadro 6.

Quadro 6 – Questão 1 do questionário de avaliação com as respectivas respostas dos alunos

Questão 1	
Essa forma de trabalhar, utilizando metodologia diferenciada, facilitou o entendimento dos conteúdos propostos? Justifique sua resposta.	
Aluno	Resposta
A16	<i>Sim, pois o fato de poder visualizar o projeto da teoria a prática ajudou na motivação e entrosamento.</i>

A4	<i>Com certeza, no meu ponto de vista a melhor forma de aprender é com a prática e foi bem legal poder interagir a teoria com a prática e ver algo concreto funcionar. Mostrando nossa capacidade.</i>
A17	<i>Sim, a visualização e o entendimento do funcionamento ficaram muito mais claros e foi uma boa oportunidade para aprendermos mais.</i>
A7	<i>Facilita muito, pois as dúvidas vão sendo sanadas de uma maneira mais rápida por estarem sendo constantemente testadas em prática.</i>
A10	<i>Sim, pois dessa forma conseguimos trabalhar durante todas as aulas aprendendo mais em cada uma delas do que aprenderíamos utilizando o método normal.</i>
A1	<i>Sim, facilitou no entendimento, pois em todas as aulas a gente evoluía no conteúdo aos poucos. Então, ao fim aprendemos tudo com facilidade.</i>
A3	<i>Sim, houve melhor entendimento da matéria, pois essa foi uma forma dinâmica de ver o conteúdo na prática.</i>

Fonte: Autor da pesquisa, 2016.

As respostas dos alunos no Quadro 6 corroboram que a utilização da domótica, como ferramenta diferenciada no ensino de automação, contribuiu na aprendizagem dos conteúdos propostos, pois, dessa forma, a interatividade fez-se presente, o que auxiliou a transposição teoria-prática, tão necessária, principalmente nos cursos técnicos. Fagundes (2000, p. 24) diz que:

A proposta é aprender conteúdos, por meio de procedimentos que desenvolvam a própria capacidade de continuar aprendendo, num processo construtivo e simultâneo de questionar-se, encontrar certezas e reconstruí-las em novas certezas. Isto quer dizer: formular problemas, encontrar soluções que suportem a formulação de novos e mais complexos problemas.

Na questão 1, em sua totalidade os alunos responderam como o aluno A1, mencionando que a metodologia utilizada “*facilitou o entendimento*” da aprendizagem, pois possibilitou “*ver a teoria aplicada na prática*” (A16). Alguns alunos ainda exclamaram que “*a melhor forma de aprender é com a prática*” (A3).

A integração entre teoria e prática deve-se fazer constante em sala de aula, como afirma Demo (1990, p. 27): “[...] não se pode realizar prática criativa sem retorno constante à teoria, bem como não se pode fecundar a teoria sem confronto com a prática”.

A questão 2 abordou a importância da domótica como temática durante a intervenção pedagógica. Cabe ressaltar que todos os alunos afirmaram que a prática desenvolvida foi relevante. Para ilustrar esse fato, identifiquei as respostas de alguns alunos no Quadro 7.

Quadro 7 – Questão 2 do questionário de avaliação com as respectivas respostas dos alunos

Questão 2	
Você acredita que a temática abordada (domótica) foi importante? () Sim () Não Justifique:	
Aluno	Resposta
A16	<i>Sim, porque hoje vivemos cercados de tecnologia. Ela é importante e necessária. No caso do cenário que foi o de segurança que é essencial no dia a dia conturbado e inseguro.</i>
A2	<i>Sim, porque une alguns conteúdos que tivemos durante o curso, e ideias para fazer em casa.</i>
A6	<i>Sim, isso nos levantou inúmeras questões sobre como executar a automação de residências, além de que é uma área pela qual, muitos se interessam.</i>
A15	<i>Sim, ao automatizar uma casa/residência pode-se tornar muitas vezes rentável e interessante. A economia que pode vir a gerar ao longo do tempo pode ser absurdamente grande.</i>
A12	<i>Sim, assim fizemos algo que parece complicado em um local de uso que frequentamos.</i>
A18	<i>Sim, porque é um assunto que vem crescendo cada vez mais e é importante principalmente para o nosso curso, entender como funciona.</i>
A4	<i>Sim. O mundo em que vivemos a tecnologia vem sendo cada vez mais importante praticamente tudo é autônomo. Então, foi bem importante à temática domótica, possibilitando-nos a fazer coisas inovadoras.</i>
A5	<i>Sim, porque isso facilita a vida no nosso lar.</i>

Fonte: Autor da pesquisa, 2016.

As respostas dos alunos, evidenciadas no Quadro 7, mostram a relevância profissional e/ou pessoal frente à temática abordada, pois eles contextualizaram as situações, relacionando-as com suas residências e visualizando o uso da tecnologia. Isso transparece na observação: “*automatizar uma casa/residência pode-se tornar*

muitas vezes rentável e interessante” (A15). Nesse sentido, Fourez (1998, p. 122) afirma que:

Poderá se dizer também que se tenha contextualizado um saber quando o modifica de modo que seja operacional em outro contexto diferente daquele para o qual tenha sido inventado. É corrente que a exigência da contextualização leve a uma interdisciplinaridade de maneira quase natural.

O Quadro 8 apresenta a questão 3 com as respectivas respostas dos alunos, abordando quais as atividades que culminaram durante o desenvolvimento do trabalho.

Quadro 8 – Questão 3 do questionário de avaliação, com as respectivas respostas dos alunos

Questão 3	
Quais as atividades que tiveram maior relevância durante o desenvolvimento do trabalho? Justifique sua resposta.	
Aluno	Resposta
A13	<i>Aprender GRAFCET e a sua transição para Ladder, pois acho isto muito útil para resolver diversos problemas.</i>
A6	<i>O GRAFCET para mim foi à base do projeto, pois sem ele não conseguiríamos realizar a programação em Ladder.</i>
A19	<i>A montagem do Ladder e os testes realizados com a maleta didática, pois podemos entender melhor como funcionava nosso cenário.</i>
A1	<i>As atividades de exemplos iniciais foram importantes, pois nos deram uma base. Mas a melhor foi ter que refazer o GRAFCET e Ladder várias vezes até achar à correta.</i>
A7	<i>A conversão da programação GRAFCET para Ladder, por tornar a organização do projeto mais fácil trazendo um padrão que facilita a edição dos cenários por terceiros.</i>
A4	<i>Achei praticamente tudo importante, mas tive satisfação em colocar os sensores nas janelas, furar e rebitar.</i>
A14	<i>Aplicar na prática o serviço de furar paredes.</i>

Fonte: Autor da pesquisa, 2016.

A questão 3 objetivou averiguar quais das atividades propostas durante a intervenção obtiveram maior relevância. Dentre as respostas analisadas, muitos alunos mencionaram que “a transição da linguagem GRAFCET para Ladder” (A7) foi a etapa de maior relevância.

Nesse sentido, alguns alunos comentaram: “[...] *professor nunca usei a furadeira, mas gostei, por ser uma atividade simples e que até agora não tinha feito*” (A14). Ainda mencionaram: “[...] *jamais imaginei que iria realizar a atividade de instalar sensores na escola, demais isso!*” (A4).

Corroboro com Andrade e Massabni (2011, p. 840), quando afirmam que atividades práticas são “aquelas tarefas educativas que requerem do estudante a experiência direta com o material presente fisicamente, com o fenômeno e/ou com dados brutos obtidos do mundo natural ou social”.

À luz de Grinspun (2009, p. 92),

[...] a educação tecnológica está baseada na concepção de uma educação transformadora, progressista, que vai além de uma proposta de ensino na escola para aprofundar-se junto com o projeto político pedagógico da escola que, por certo, nos dias atuais deve integrar as diferentes categorias do saber, ou do saber-fazer para uma grande categoria do saber-ser.

Por outro lado, saliento as dificuldades apontadas pelos alunos no desenvolvimento do trabalho, apresentadas no Quadro 9.

Quadro 9 – Questão 4 do questionário de avaliação, com as respectivas respostas dos alunos

Questão 4	
Você teve alguma dificuldade durante a realização do trabalho? Se sim, qual (is)?	
Alunos	Respostas
A17	<i>Sim, principalmente a parte lógica em que precisei passar para GRAFCET, e depois Ladder com a ajuda do professor foi possível esclarecer essas dúvidas.</i>
A10	<i>Sim, por vezes meu grupo teve dificuldades em interpretar a lógica da linguagem Ladder.</i>
A2	<i>Sim, na construção do contador no GRAFCET. Passar corretamente GRAFCET para Ladder.</i>

Fonte: Autor da pesquisa, 2016.

O interessante durante a análise dos comentários frente às dificuldades mencionadas foi que a maioria dos alunos relataram respostas similares a da questão 3, ou seja, “*a parte lógica em que precisei passar para GRAFCET, e depois Ladder*” (A17). A transcrição foi mencionada como a mais difícil e também a de maior relevância por alguns alunos, conforme consta no Quadro 7.

Acredito que o aluno deve ser motivado para que haja persistência frente às dificuldades encontradas. Bzuneck (2000, p. 10) afirma que:

Quando se considera o contexto específico de sala de aula, as atividades do aluno, para cuja execução e persistência deve estar motivado, têm características peculiares que as diferenciam de outras atividades humanas igualmente dependentes de motivação, como esporte, lazer, brinquedo, ou trabalho profissional.

A questão 5, com as respectivas respostas dos alunos, evidenciadas no Quadro 10, abordam o trabalho em equipe.

Quadro 10 – Questão 5 do questionário de avaliação, com as respectivas respostas dos alunos

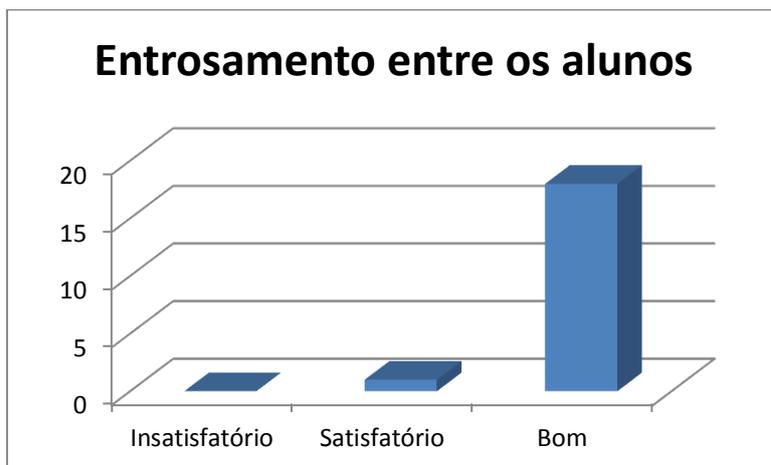
<p>Questão 5</p> <p>Como você avalia seu entrosamento com os seus colegas no decorrer da realização das tarefas?</p> <p style="text-align: center;">() bom () satisfatório () insatisfatório</p> <p>Outros:</p>	
Aluno	Resposta
A4	<i>Bom.</i>
A11	<i>Maravilhoso, porque somos muitos amigos.</i>

Fonte: Autor da pesquisa, 2016.

Nesta questão, os alunos qualificaram positivamente o entrosamento do grupo, ou seja, dos 19 alunos, apenas um marcou satisfatório; os demais marcaram que foi “*bom*” (A4), “*maravilhoso*” (A11).

O único aluno (A2) que marcou satisfatório fazia parte do único grupo com quatro pessoas, mencionando que “*ficou grande*”. O gráfico (FIGURA 40) apresenta a avaliação individual referente à questão 5.

Figura 40 – Integração entre os colegas dos grupos



Fonte: Autor da pesquisa, 2016.

No Quadro 11 apresento a pergunta e as respostas dos alunos com relação à participação pessoal no decorrer da pesquisa. As respostas revelaram o envolvimento nas etapas que contemplaram o projeto em sua totalidade.

Quadro 11 – Questão 6 do questionário de avaliação, com as respectivas respostas dos alunos

Questão 6	
Em síntese, como foi sua participação no desenvolvimento das atividades propostas neste trabalho? Justifique.	
Aluno	Resposta
A11	<i>A minha participação foi boa, pude trabalhar em todas as áreas. No meu grupo todo mundo fez um pouco de cada parte.</i>
A4	<i>Particpei praticamente em todas as etapas do desenvolvimento do projeto, por estar trabalhando em turno oposto. Teve um dia que não pude comparecer para ajudar meu colega.</i>
A2	<i>Foi boa, tive ideias e compartilhei com os colegas buscando o melhor do projeto.</i>
A10	<i>Particpei de todas as atividades propostas me concentrando mais na lógica Ladder e na resolução dos erros de lógica que obtivemos com o passar das aulas.</i>
A17	<i>No meu grupo todos os integrantes participaram de todas as etapas, desde o desenvolvimento do GRAFCET ao Ladder, até o desenvolvimento da tela gráfica.</i>

Fonte: Autor da pesquisa, 2016.

A socialização de conhecimento ocorreu entre “*todos os integrantes*” (A17) durante as etapas que contemplaram este trabalho. Ademais, “a essência de um grupo não é a semelhança ou a diferença entre seus membros, mas a sua interdependência” (LEWIN, 1985, p. 100).

Em síntese, posso afirmar que o questionário de avaliação evidenciou que o uso de metodologia diferenciada sob a perspectiva da temática domótica proporcionou aos alunos “*visualizarem o projeto da teoria a prática*” (A16). As dúvidas foram “*sendo sanadas de uma maneira mais rápida por estarem sendo constantemente testadas em prática*” (A7). Entretanto, como dificuldades apontadas, culminaram os itens elaboração e conversão do GRAFCET ao *Ladder*, amenizadas pela integração e perseverança dos integrantes envolvidos.

Após análise do questionário de avaliação e das conclusões individuais, descrevo minhas considerações finais perante este estudo.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O uso da integração de tecnologias no ensino de automação e, em especial, da domótica repercutiu no aumento da predisposição dos alunos em aprender. A interação dos alunos com o ambiente de sala aula automatizado corroborou a contextualização de práticas cotidianas (cenários reais automatizados), de maneira que a domótica fosse compreendida como uma alternativa no ensino de automação.

Acredito 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 desenvolvidas em cada etapa.

Como problema de pesquisa, averigui quais as implicações em utilizar uma sala de aula automatizável por meio de CLP, explorando princípios domóticos na disciplina de Automação II do Curso Técnico em Mecatrônica. Percebi que a utilização de cenários reais, por meio da domótica, remeteu ao Educar pela Pesquisa (DEMO, 1998), de maneira tal que os alunos saíssem da zona de conforto (aluno objeto) e fossem em busca do conhecimento, tornando-se pesquisadores (aluno sujeito) no sentido de transformar o ambiente físico da sala de aula.

A transformação do aluno, de objeto a sujeito, torna-se perceptível à medida que se analisa o questionário de conhecimentos prévios e, posteriormente, a relação das atividades descritas no relatório, frente à contemplação do cenário real. Nesse paralelo, percebi a quantidade de habilidades desenvolvidas no decorrer da intervenção pedagógica, desde o manuseio de uma ferramenta (alicate, furadeira,

chave de fenda, etc.), até a elaboração da programação de um sistema sequencial discreto.

Nesse sentido, acredito que a proposição da parceria entre professor e alunos fez com que estes fossem protagonistas (DEMO, 1998) e que sua participação tivesse importância para o resultado previsto. Desde o início, quando foi sugerido o *layout* do painel elétrico, e, em seguida, por votação escolhido, ele 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.

A perspectiva de transformar uma ideia em algo concreto e a possibilidade de um programa de computador poder interagir com o ambiente real, tornaram-se estimulantes à medida que o projeto avançava e novos conhecimentos e habilidades eram construídos. Para alguns alunos, realizar modificações físicas na sala de aula, ou seja, instalar sensores nas paredes, janelas e porta, foi uma experiência diferenciada realizada em ambiente escolar. Além do fato de se lembrarem dos demais colegas de curso, que poderiam, em futuro próximo, vir a usufruir desse ambiente.

Esta pesquisa teve como objetivo geral verificar as implicações geradas a partir da implementação de uma sala de aula automatizável via CLP, utilizando princípios domóticos (iluminação, segurança, gerenciamento de energia), em uma turma de estudantes do 4º ano do Ensino Médio Técnico Integrado do Curso Técnico em Mecatrônica. Nesse contexto, pude observar, apenas em conversa anterior à intervenção pedagógica, que havia um grande anseio na maioria dos alunos em aprender automação em nível residencial, pois o curso foca apenas na automação industrial.

Entretanto, no momento da análise dos conhecimentos prévios, percebi que o conhecimento, tanto de *hardware* como de *software*, ou estavam equivocados, ou mesmos ausentes. Diante dessa realidade, necessitei inserir demonstrações experimentais, como por exemplo da função dos DRs, para depois adentrar nos sistemas sequenciais discretos, focados na domótica.

Percebi que em cada encontro o interesse pela temática abordada aumentava, pois inicialmente trouxe vídeos de ambientes automatizados e da projeção dos próximos anos para a casa do futuro, apresentada em um laboratório na cidade de Seul, capital da Coreia do Sul. Aliás, o tema domótica implica em uma ideia futurista e os alunos imaginavam que seria realizado de forma simplista e não foi o que ocorreu, pois muitos conceitos foram reconstruídos, e outros introduzidos.

Para alcançar o objetivo geral proposto, elenquei três objetivos específicos no desenvolvimento da pesquisa. O primeiro objetivo elencado foi o de conhecer as concepções dos alunos acerca dos princípios domóticos. Este objetivo foi atingido por meio do questionário de conhecimentos prévios. Detectei, com a análise realizada, que tinham conhecimento a respeito da linguagem *Ladder*, porém as conexões físicas necessárias para desenvolver um sistema automatizado, ou eram divergentes do referencial teórico, ou faltavam-lhes estes conhecimentos. Nesse sentido, realizei demonstrações experimentais fomentando o questionamento reconstrutivo, no sentido de construir conhecimento a partir do conhecimento anterior.

O segundo objetivo elencado foi o de estimular a prática investigativa com vistas a tornar o aluno sujeito do seu (próprio) processo de aprendizagem. Este objetivo foi alcançado, porém teve que ser constantemente revisitado em cada etapa da intervenção. Com este objetivo, visei fomentar os alunos a serem investigadores do seu próprio conhecimento, desde a concepção da ideia inicial do painel, ou mesmo a instalação física dos sensores. No momento em que perguntaram - “*Como funciona um sensor?*” (A19) -, eu respondi - “*vejam o esquemático (manual que acompanha o sensor) usem o multímetro, testem o funcionamento*”.

A proposta de não dar a resposta pronta, fazendo-os buscarem os significados constantemente, utilizarem-se do questionamento reconstrutivo em todas as etapas, no sentido de reconstruir o conhecimento, foi relevante. Provarem, por si mesmos, o funcionamento tanto físico quanto lógico, e enxergarem, sozinhos, onde estava o erro dentro do contexto da programação durante a transcrição de GRAFCET para *Ladder* (segundo os alunos, um dos maiores obstáculos dentro do projeto) foram pressupostos sugestionados por Demo (1998), os quais utilizei como estratégia para tornar os alunos investigadores do conhecimento.

O terceiro objetivo elencado foi o de analisar os principais fatores que emergiram a partir de uma prática pedagógica que visou tornar o ambiente físico da sala de aula num ambiente didático experimental. Este objetivo foi atingido durante o desenvolvimento das atividades e por meio do questionário de avaliação. A partir do questionário, pude analisar que a domótica, aplicada na sala de aula, trouxe questões cotidianas dos alunos, situações comuns do dia a dia, aproximando este pesquisador dos problemas vivenciados e das possibilidades de aplicabilidade dessa tecnologia.

Em síntese, os dados analisados indicaram que: a) os alunos revelaram em momento anterior à intervenção pedagógica que o conceito domótica lhes era conhecido, porém faltava-lhes a integração de conhecimento entre as áreas de automação e de eletroeletrônica; b) a preparação dos materiais durante a intervenção pedagógica, focada nas resoluções das situações-problema, possivelmente colaborou no desenvolvimento de habilidades e competências dos alunos, incentivando-os a serem autores do seu próprio processo de aprendizagem; c) o questionamento reconstrutivo se fez presente durante todas as etapas, favorecendo o ambiente de aprendizagem e consolidando a parceria entre professor e alunos em busca do conhecimento.

Ademais, muitos alunos explanaram que esse *“método utilizado facilitou na compreensão dos conteúdos”* (A1), pois se tornou *“mais fácil aprender com a prática”* (A7) e *“foi bem importante à temática domótica, possibilitando-nos a fazer coisas inovadoras”* (A4). Aliás, a utilização de práticas alternativas que adentrem o cotidiano do aluno, geralmente desperta interesse, devido à viabilidade de aplicação imediata. Foi justamente isso que o uso da domótica proporcionou neste estudo.

Como obstáculos, no decorrer da pesquisa, ressalto alguns, mas principalmente o fato de a escola ter o calendário acadêmico paralisado (greve). Ênfase tal evento, pois houve aulas (intervenção pedagógica) inclusive na semana entre Natal e Ano Novo, ainda adentrando o mês de janeiro.

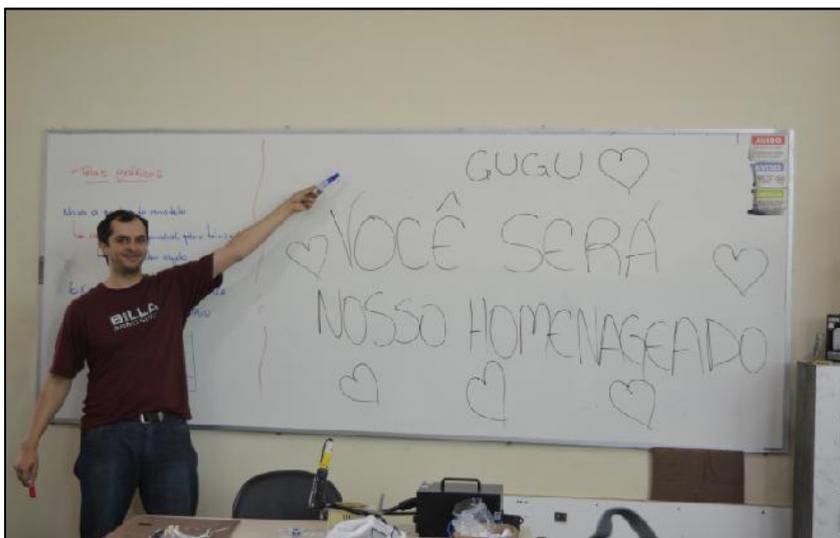
Além disso, os alunos demonstraram dificuldade em transcrever do GRAFCET para a linguagem *Ladder*, principalmente os alunos dos grupos do cenário_3, pois havia uma estrutura paralela, relacionando o tempo sem movimento no interior da sala com o desacionamento das cargas.

As reflexões acerca do supracitado e alguns eventos registrados em sala de aula favoreceram para que o desenvolvimento dos trabalhos, inicialmente planejado para 8 semanas, se prolongasse para 10 semanas, mas esse fato de maneira alguma prejudicou o desenvolvimento da pesquisa. Ressalto ainda o envolvimento contínuo dos alunos, pois, além de maturidade, demonstraram perseverança com a proposta, mesmo em vésperas de vestibular e férias.

Durante as 10 semanas de intervenção pedagógica, deparei-me com o que acredito ser o maior *feedback* de uma pessoa que opta pela atividade docente, que é ter o reconhecimento das atividades desenvolvidas. Isso se torna ainda mais significativo, quando advém por parte dos alunos.

Nesse sentido, durante o desenvolvimento da pesquisa, fui surpreendido (presenteado) pela turma vigente, quando, em meio às atividades, recebi o convite para ser o professor homenageado (FIGURA 41). Dentre os inúmeros professores que passaram no decorrer da trajetória de pelo menos quatro anos de curso, fui escolhido. Então, não haveria como não mencionar tal fato de relevância profissional para mim.

Figura 41 – Convite: Professor homenageado



Fonte: Autor da pesquisa, 2016.

Acredito que esta pesquisa não apenas me aproximou dos alunos pela participação ativa em todas as etapas, mas pelo crescimento profissional proporcionado. Em tempos outrora, fiz a escolha pela área técnica e,

posteriormente, pela prática docente a qual me dedico cotidianamente há oito anos. Nesse tempo venho percebendo que a motivação dos alunos frente às práticas diferenciadas incentiva-me a trilhar pelo caminho do Educar pela Pesquisa.

Após a concretização deste estudo, venho fazendo o uso da domótica no ensino de automação regularmente em minhas aulas. O painel construído é uma ferramenta didática que auxiliará minha prática docente, com inúmeras possibilidades de situações-problema elencadas por mim, como professor/pesquisador, ou mesmo pelos futuros alunos.

Ademais, a gestão da escola reiterou a satisfação frente às modificações físicas implementadas e as potencialidades a serem exploradas. Sugiro, em trabalhos posteriores, uma rede de comunicação de dados e/ou a utilização da *internet* das coisas, viabilizando a inserção de aplicativos ou mesmo o acesso remoto.

REFERÊNCIAS

- ALTUS. **Características Técnicas.** Disponível em: <<http://www.altus.com.br/ftp/Public/Portugues/Produtos/Training%20Box/01%20Training%20Box/TB131%20-%20Training%20Box%20Duo/Caracteristicas%20Tecnicas/CT122100.pdf>>. Acesso em: 10 mar. 2015.
- ANDRADE, M. L. F.; MASSABNI, V. G. **O desenvolvimento de atividades práticas na escola: um desafio para os professores de ciências.** Ciência & Educação, Bauru, v. 17, n. 4, p. 835-854, 2011. Disponível em: . Acesso em: 10 ago. 2016.
- ANTUNES, C. **Novas maneiras de ensinar, novas formas de aprender.** Porto Alegre: Artmed, 2002.
- BARDIN, L. **Análise de conteúdo.** Lisboa: Edições 70, 1977.
- BASSANEZI, R. C. **Ensino-aprendizagem com modelagem matemática: uma nova estratégia.** São Paulo: Contexto, 2002.
- BATISTA, D. P. **Interdisciplinaridade: o discurso e a prática pedagógica em cursos de capacitação tecnológica docente.** 2005. Dissertação (Mestrado em Educação). Universidade Católica de Petrópolis, Petrópolis, 2005.
- BERTONI, M. S. **Saberes de uma prática inovadora: Investigação com egressos de um curso de Licenciatura Plena em Matemática.** 2005. 307 f. Dissertação (Mestrado) – Curso de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática, Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, mar. 2005. Disponível em: <<http://repositorio.pucrs.br/dspace/bitstream/10923/3042/1/000332040-Texto%2BCompleto-0.pdf>>. Acesso em: 30 jul. 2015.
- BOLZANI, C. A. M. **Desenvolvimento de um Simulador de Controle de Dispositivos Residenciais Inteligentes: Uma Introdução aos Sistemas Domóticos.** 2004. 115 f.. Dissertação (Mestrado) – Curso de Pós-Graduação em Engenharia de Sistema Eletrônicos, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, junho 2004. Disponível em: <http://www.lobonett.com.br/marcio/images/publication/MasterDissertation/2004.Caio/2004.06_cab_dissertação-fr.pdf>. Acesso em: 22 out. 2016.
- BOYLESTAD, R. L.; NASHELSKY, L. **DISPOSITIVOS ELETRÔNICOS e teoria de circuitos.** 8 ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2004.
- BZUNECK, J. A. **As crenças de auto-eficácia dos professores.** In: F.F. Sisto, G. de Oliveira, & L. D. T. Fini (Orgs.). Leituras de psicologia para formação de professores. Petrópolis, Rio de Janeiro: Vozes, 2000.
- CARBONESI, M. A. R. M. **O Uso Do Seminário Como Procedimento Avaliativo No Ensino Superior Privado.** Disponível em: http://www.anpae.org.br/IBERO_AMERICANO_IV/GT2/GT2_Comunicacao/MariaAnastaciaRibeiroMaiaCarbonesi_GT2_integral.pdf. Acesso em: 01 set. 2016.

CHAMUSCA, A. **Domótica e Segurança Electrónica** : a inteligência que se instala. Ingenium Edições, Portugal, 2006.

CONCEITO.DE. **Relatório**. Disponível em: <http://conceito.de/relatorio>. Acesso em: 08 out. 2016.

DALE, E. **Audiovisual Methods in Teaching**, 3d ed., New York: Dryden Press, 1969.

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

_____. **Pesquisa**: princípio científico e educativo. São Paulo: Cortez, 1990.

ECHEVERRÍA, M. P. P.; POZO, J. I. **Aprender a resolver problemas e resolver problemas para aprender**. In: POZO, J. I. (Org.). A solução de problemas. Porto Alegre: Artes Médicas, 1998.

FAGUNDES, L.C.; MAÇADA, D. L.; SATO, L. S. **Aprendizes do futuro**: as inovações começaram! Brasília: Estação Palavra, 2000.

FERREIRA, A. B. H. **Dicionário Aurélio da Língua Portuguesa**. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1988.

FRANCHI, C. M.; CAMARGO, V. L. A. **Controladores Lógicos Programáveis - Sistemas Discretos**. 1. ed. São Paulo: Érica, 2008.

FREIRE, F. M. P.; VALENTI, J. A. **Aprendendo para a vida**: os computadores na sala de aula. São Paulo: Cortez, 2001.

FOUREZ, G. **Saber Sobre Nuestros Saberes**: un léxico epistemológico para la enseñanza. Traducción: Elsa Gómez de Sarría. Buenos Aires: Ediciones Colihue, 1998. 200p.

GALIAZZI, M. C. **Educar pela pesquisa**: Ambiente de formação de professores de ciências. Ijuí: Ed. Unijuí, 2003.

GASPARIN, J. L. **Uma Didática para a Pedagogia Histórico-Crítica**. 4. ed. Campinas, SP: Autores Associados, 2007.

GEORGINI, M. **Automação Aplicada**: Descrição e implementação de Sistemas Sequenciais com PLCs. 9. ed. São Paulo: Editora Érica, 2008.

GIL, A. C. **Como Elaborar Projetos de Pesquisa**. 5. ed. São Paulo: Editora Atlas, 2010.

GRESSLER, L. A. **Introdução à pesquisa**: Projetos e relatórios. 2. ed. São Paulo: Loyola, 2004.

GRINSPUN, M. P. S. Z. (Orgs.). **Educação tecnológica**: desafios e perspectiva. 3. ed. ver. e ampl. São Paulo: Cortez, 2009.

INFOESCOLA. **Conceito de domótica**. Disponível em: <http://www.infoescola.com/tecnologia/domotica/>. Acesso em: 12 mar. 2015.

IFSUL. **Curso Técnico em Mecatrônica**. Disponível em: <http://www.ifsul.edu.br/proen/adm/documento_projeto/CH_MCT_I_PPC_Mecatronica.pdf>. Acesso em: 25 abr. 2015.

KOSOW, I. L. **Máquinas elétricas e transformadores**. Tradução de Felipe Luis Daiello e Percy Antônio Soares. Porto Alegre: Globo, 1982.

LEOPARDI, M. T. **Metodologia de pesquisa na saúde**. 2. ed. Florianópolis: UFSC, 2002.

LEWIN, K. **Problemas de Dinâmica de Grupo**. São Paulo: Cultrix, 1985.

MARINS, L. **Robôs enriquecem o currículo escolar e estimulam o cérebro**. Gazeta do Povo, Londrina, 10 set. 2013. Disponível em: <<http://www.gazetadopovo.com.br/educacao/conteudo.phtml?id=1407079>>. Acesso em: 31 jan. 2014.

MARTINELLI, M. L. O. **Pesquisa Qualitativa: um instigante desafio**. São Paulo. Veras editora, 1999.

MARTINS, J. S. **O Trabalho com projetos de pesquisa: do ensino fundamental ao ensino médio**. Campinas: Papyrus, 2002.

MASETTO, M. T. **Didática: A aula como centro**. São Paulo: FTD, 1997.

_____. **Competência Pedagógica do Professor Universitário**. São Paulo: Summus, 2003.

_____. **Competência pedagógica do professor universitário**. São Paulo: Summus, 2012.

MEDEIROS, J. B. **Redação Científica: a prática de fichamentos, resumos, resenhas**. São Paulo: Atlas, 2011.

MORAES, R. et al. Pesquisa em sala de aula: fundamentos e pressupostos. In: MORAES, R.; LIMA, V. M. R. (Org.). **Pesquisa em sala de aula: tendências para a educação em novos tempos**. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2004.

MORAN, J. M. **Novas Tecnologias e mediação pedagógica**. Campinas, SP: Papyrus, 2000.

MOREIRA, M. A. **Atividade docente na universidade**. Porto Alegre: D.C. Luzzatto ed. & ed. da FURG, 1985.

_____. **Metodologias de pesquisa em ensino**. São Paulo: Livraria da Física, 2011.

MIYAGI, P. E. **Controle Programável: Fundamentos do controle de sistemas a eventos discretos**. São Paulo: Edgard Blücher, 2007.

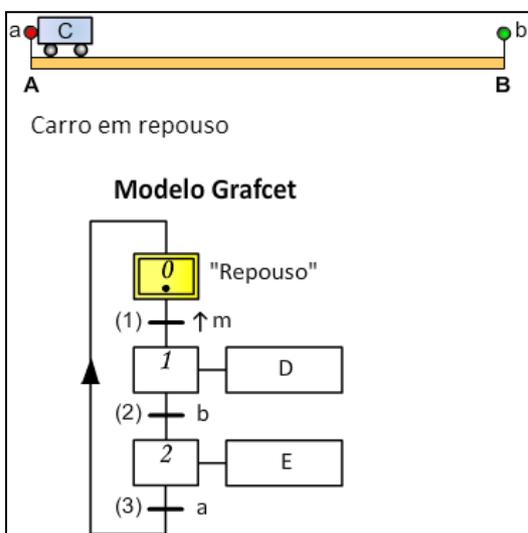
- ROSÁRIO, J. M. **Princípios de Mecatrônica**. São Paulo: Prentice Hall, 2009.
- ROSS, S. A. **The determination of financial structure: the incentive-signalling approach**. Bell Journal of Economics, p.23-40, 1977.
- SAVIANI, D. **Escola e Democracia**. 36. ed. Campinas: Autores Associados, 2003.
- SANTOS, A. P. S., OLIVEIRA, C. S., MACHADO, C. G., FREITAS, F. C. P., ANTUNES, H. S. **Prática construtivista**. Revista do professor. PORTO Alegre, nº 82, ano XXI, abr./jun.2005, p. 18-22.
- SCHEFFER, N. F. **Modelagem matemática: uma abordagem para o ensino-aprendizagem da Matemática**. Educação Matemática em Revista - RS, Porto Alegre: n.1, p.11-15, jan./jun. 1999.
- SEVERINO, A. J. **Metodologia do trabalho científico**. 23. ed. São Paulo: Cortez, 2007.
- SILVEIRA, P. R; SANTOS, W. E. **Automação e Controle Discreto**. 9. ed. São Paulo: Editora Érica, 2008.
- SILVA, G.B; FELICETTI, V. L. **Habilidades e competências na prática docente**. Porto Alegre, v. 5, n. 1, p. 17-29, jan./jun. 2014
- TORRES, P. L.; IRALA, E. A. F. **Algumas vias para entretecer o pensar e o agir. Aprendizagem colaborativa**. Curitiba: SANAR/PR, 2007.
- TRIVELATO, G. C. **Técnicas de modelagem e simulação de sistema dinâmico**. Disponível em: < <http://mtc-m05.sid.inpe.br/col/sid.inpe.br/jeferson/2003/07.08.08.27/doc/INPE%20-%209665%20-%20NTC.pdf>> Acesso em: 14 fev. 2015.
- YIN. R. K. **Estudo de caso: planejamento e métodos**. 3. ed. Porto Alegre: Bookman, 2005.

APÊNDICES

APÊNDICE A - GRAFCET

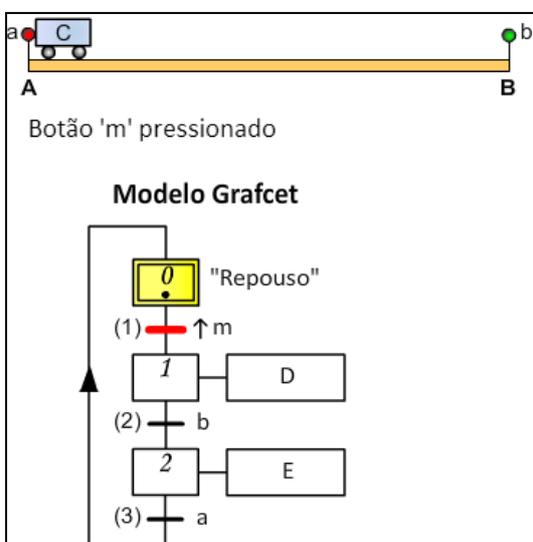
A resolução, ou seja, a modelagem que satisfaça a situação-problema será apresentada nas Situações (1–7), mostrando a evolução do GRAFCET de acordo com cada transição satisfeita, ou seja, a lógica da receptividade.

Situação 1 – Carro na posição A, situação repouso



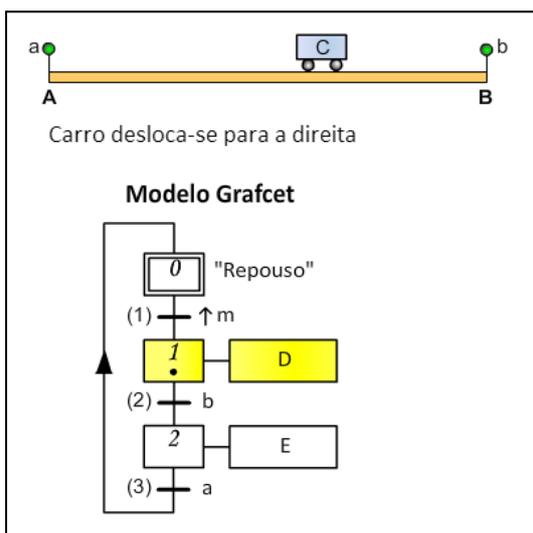
Fonte: http://egrafcet.utad.pt/exemplo1_1.html

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



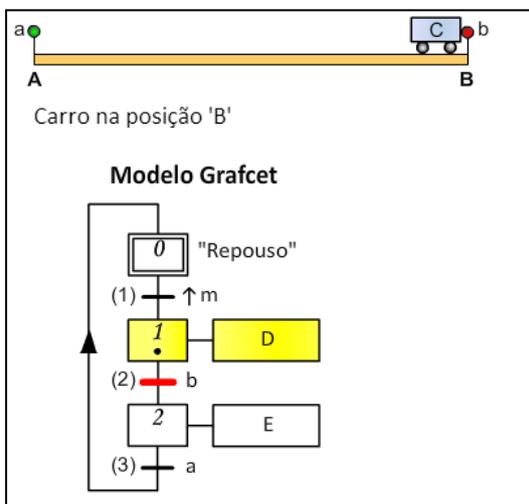
Fonte: http://egrafcet.utad.pt/exemplo1_1.html

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



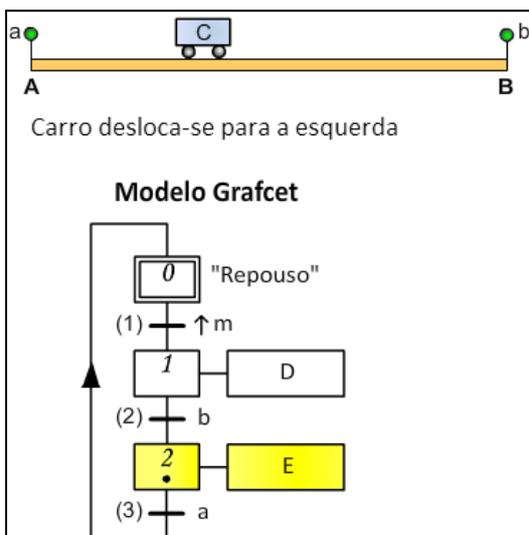
Fonte: http://egrafcet.utad.pt/exemplo1_1.html

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



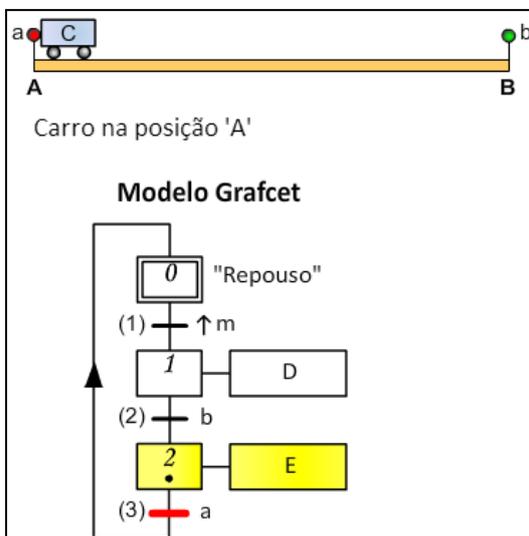
Fonte: http://egrafcet.utad.pt/exemplo1_1.html

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



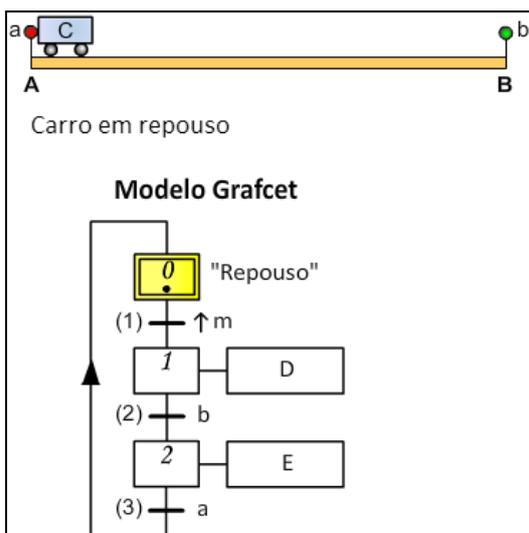
Fonte: http://egrafcet.utad.pt/exemplo1_1.html

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



Fonte: http://egrafcet.utad.pt/exemplo1_1.html

Situação 7 – Carro retorna à posição A, situação repouso



Fonte: http://egrafcet.utad.pt/exemplo1_1.html

APÊNDICE B

TERMO DE ANUÊNCIA DA DIREÇÃO DA INSTITUIÇÃO DE ENSINO

Solicito ao Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia Sul-rio-grandense (IFSul), Campus Charqueadas, que, no segundo semestre do ano de 2015, os alunos da turma do 4º ano (MCT_4AM) do Ensino Médio Técnico Integrado – Curso de Mecatrônica sejam sujeitos de minha pesquisa de dissertação do Programa de Pós-Graduação *stricto sensu*, Mestrado em Ensino de Ciências Exatas do Centro Universitário UNIVATES de Lajeado, RS. A pesquisa intitula-se: “O Ensino da Automação por meio da Domótica num Curso Técnico”.

O objetivo geral desta pesquisa é “Verificar as implicações geradas a partir da implementação de uma sala de aula automatizável via CLP, utilizando princípios domóticos (iluminação, segurança, gerenciamento de energia), em uma turma de estudantes do 4º ano do Ensino Médio Técnico Integrado do Curso Técnico em Mecatrônica, Campus Charqueadas, do município de Charqueadas, estado do Rio Grande do Sul”.

Para a realização desta, será assinado um termo de consentimento em duas vias pelos sujeitos da pesquisa ou pelo responsável do estudante se este for menor, sendo que uma via permanecerá em poder do sujeito e a outra com o responsável pela pesquisa. Peço consentimento para utilizar o nome da Instituição em minha dissertação. Não haverá custos para o IFSul e as atividades ocorrerão durante aulas regulares de Automação II. Desde já, agradeço a disponibilização, visto que a pesquisa contribuirá para a comunidade científica.

Luís Gustavo Fernandes dos Santos

Mestrando em Ensino de Ciências Exatas – UNIVATES

Pelo presente termo de anuência, declaro que autorizo a realização das atividades previstas na Instituição.

Chefia de Ensino do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia
Sul-rio-grandense

APÊNDICE C

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE ESCLARECIDO

Pelo presente, convido-o para participar da pesquisa intitulada: “O Ensino da Automação por meio da Domótica num Curso Técnico”. Este projeto faz parte da dissertação de mestrado desenvolvida no programa de Pós Graduação *Stricto Sensu*, Mestrado Profissional em Ensino de Ciências Exatas.

A pesquisa tem como objetivo “Verificar as implicações geradas a partir da implementação de uma sala de aula automatizável via CLP, utilizando princípios domóticos (iluminação, segurança, gerenciamento de energia), em uma turma de estudantes do 4º ano do Ensino Médio Técnico Integrado do Curso Técnico em Mecatrônica do Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia Sul-rio-grandense (IFSul), Campus Charqueadas, do município de Charqueadas estado do Rio Grande do Sul”.

Algumas dessas ações, possivelmente, serão fotografadas e filmadas para possíveis visualizações futuras e acervo documental.

Todos os instrumentos a serem aplicados serão mantidos em sigilo, servindo apenas para os fins da pesquisa, não sendo revelados os nomes dos participantes.

A sua participação não oferece risco algum. Caso seja verificado algum constrangimento durante os encontros, o pesquisador irá intervir, direcionando o assunto tratado. É- lhe garantido, também:

- receber resposta a qualquer pergunta, ou esclarecimento a qualquer dúvida acerca dos procedimentos, riscos, benefícios e outros assuntos relacionados com a pesquisa;

- poder retirar seu consentimento a qualquer momento, deixando de participar do estudo, sem que isso traga qualquer tipo de prejuízo;

- que você não será identificado quando da divulgação dos resultados e que todas as informações obtidas serão utilizadas apenas para fins científicos vinculados à pesquisa;

- que, se existirem gastos adicionais, estes serão absorvidos pelo orçamento da pesquisa.

Este termo documento deverá ser assinado em duas vias, sendo que uma delas será retida pelo sujeito da pesquisa e a outra pelo pesquisador. O responsável pela pesquisa é o mestrando Luís Gustavo Fernandes dos Santos: (053) 9144-7235.

Pelo presente termo de Consentimento Livre e Esclarecido, declaro que autorizo minha participação nesta pesquisa, pois fui devidamente informado, de forma clara e detalhada, livre de qualquer constrangimento e coerção, dos objetivos, da justificativa, dos instrumentos de coletas de informação que serão utilizados, dos riscos e benefícios, conforme já citados neste termo.

Data ____/____/____.

Nome do participante da pesquisa

Assinatura do participante da pesquisa

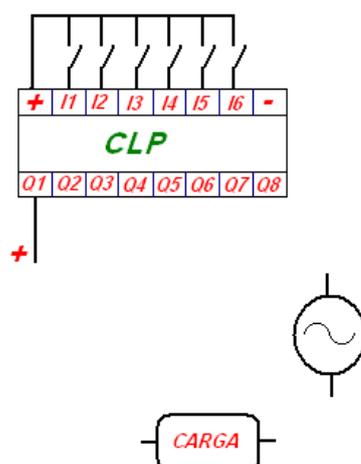
Nome do responsável

Assinatura do responsável

Pesquisador: Luís Gustavo Fernandes dos Santos
gustavofs@charqueadas.ifsul.edu.br

APÊNDICE D – 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: Autor da pesquisa, 2015.

- 2) Descreva o que você entende sobre domótica.

- 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 E – Aula 3

EXERCÍCIOS DE GRAFCET

Conteúdo: GRAFCET

Materiais: computador, lápis e caneta.

Objetivos:

- Exercitar raciocínio lógico referente a 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.

EXERCÍCIOS

- 1) Elabore o GRAFCET da seguinte situação:

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



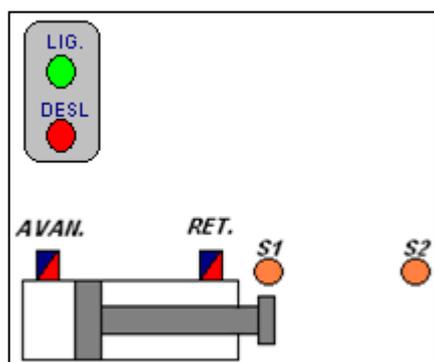
Quando a variável m transita do valor '0' para o valor '1' lógico (apenas quando o botão é pressionado) o carro inicia o movimento e faz o percurso **ABA**.
Qualquer que seja o valor do botão m quando o carro chega a A este pára e espera pela próxima mudança de variável m de '0' para '1'

Fonte: <http://al20905.com.sapo.pt/>

- 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.

Observações:

- 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).



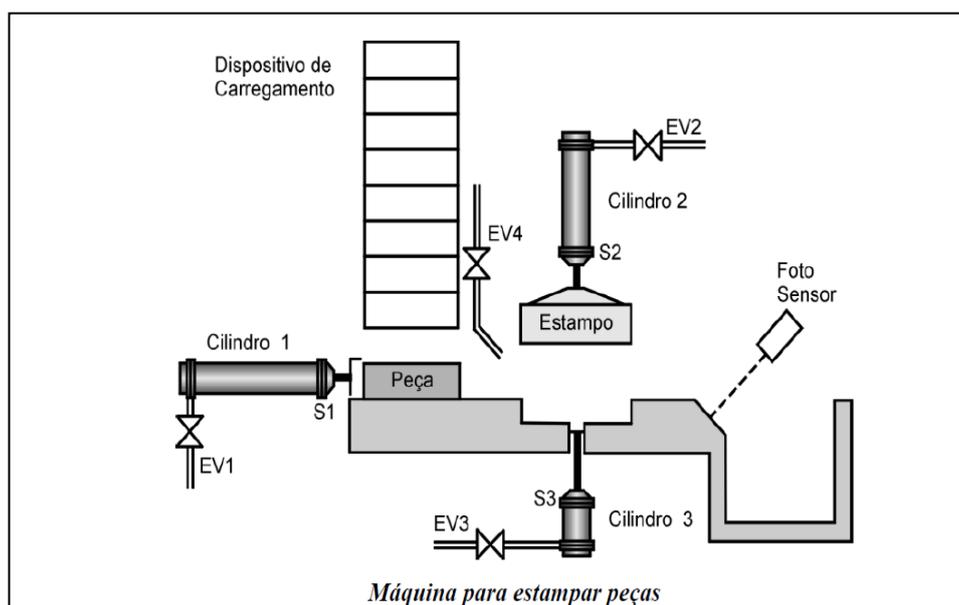
Fonte: Autor da pesquisa, 2015.

- 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 têm 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).

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.

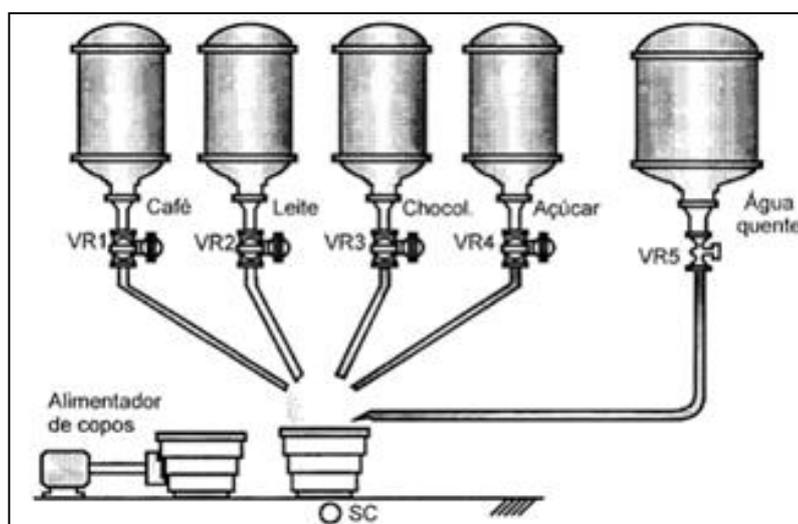
O sistema prevê três níveis de liberação de açúcar: A1 – amargo A2 – doce, A3 – extradoce, ajustado por uma chave seletora (A) de três posições.

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



Fonte: Silveira e Santos (2008).

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

APÊNDICE F – Aula 4

Apresentar o GRAFCET de 3 cenários e realizar posterior sorteio dos cenários a serem implementados lógica e fisicamente.

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

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

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

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 denomino 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).

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).

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

APÊNDICE G – (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, iniciei a atividade de construção de um painel elétrico junto aos alunos. Essa atividade foi feita paralelamente às demais atividades planejadas durante a intervenção.
- 2) Socializei, 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) Solicitei aos alunos que trouxessem exemplos de *layouts* que correspondessem aos dispositivos a serem instalados nesse painel.
- 4) De acordo com os *layouts* apresentados, foi escolhido, via votação da turma, o modelo a ser montado e, posteriormente, fixado à parede da sala. A cada aula chamei 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, fiz a instalação elétrica, devido à questão de segurança. Não envolvi diretamente os alunos, por se tratar da rede elétrica monofásica.

APÊNDICE H – Aula 6

Instalação física dos sensores referentes aos cenários propostos a partir das situações-problema

Conteúdo: Integração de tecnologias

Materiais: Computador, *software Master Tool* IEC, furadeira, rebiteira 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 realizaram a instalação física dos elementos que compõem o cenário sorteado (Aula 4) e, posteriormente, fizeram a programação da *Training Box Duo* de maneira que contemplasse 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.

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).

APÊNDICE I – Aula 10
Questionário de Avaliação

- 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)?

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.

APÊNDICE J – PROGRAMAÇÃO COMENTADA DA PLATAFORMA ARDUINO UNO, CONECTADA A PLACA LEITORA DE CARTÕES RFID

```

SISTEMA_VISITANTE_FUNCIONARIO | Arduino 1.6.5
Arquivo Editar Sketch Ferramentas Ajuda

/* Faz a leitura de cartões usando o leitor mfrc522 na interface SPI
Conecte os pinos da seguinte forma ao Arduino Uno:

PLACA RFID DE IDENTIFICAÇÃO
* MOSI: Pino 11 / ICSP-4
* MISO: Pino 12 / ICSP-1
* SCK: Pino 13 / ICSP-3
* NSS: Pino 10
* RST: Pino 9
* VCC: 3V
* GND: GND
*
* O script exibe o numero do cartão quando for um novo cartão, ou
* ou escreve pontos se for o mesmo cartão
*/
// Programa que executa a leitura de cartões RFID
#include <SPI.h>
#include <RFID.h> // DEVE-SE TER A BIBLIOTECA RFID INSTALADA
#define SS_PIN 10

#define RST_PIN 9
RFID rfid(SS_PIN, RST_PIN);
int serNum0;
int serNum1;
int serNum2;
int serNum3;
int serNum4;
void setup(){
  pinMode(7, OUTPUT);
  pinMode(6, OUTPUT);
  Serial.begin(9600);
  SPI.begin();
  rfid.init();
}
void loop(){
  if (rfid.isCard()) {
    if (rfid.readCardSerial()) { // Leitura Serial do cartão RFID escolhido como: "FUNCIONÁRIO"
      if (rfid.serNum[0] == 37 // 1_Número decimal
          rfid.serNum[1] == 55 // 2_Número decimal

          rfid.serNum[2] == 93 // 3_Número decimal
          rfid.serNum[3] == 182 // 4_Número decimal
          rfid.serNum[4] == 249) { // 5_Número decimal
        Serial.println(" FUNCIONARIO "); // Reconhece o cartão
        digitalWrite( 7, LOW); // ativa a saída 7 em nível BAIXO (placa de reles)
        delay(2000); }
      // Leitura Serial do cartão RFID escolhido como: "VISITANTE"
    else if (rfid.serNum[0] == 3 // 1_Número decimal
            rfid.serNum[1] == 111 // 2_Número decimal
            rfid.serNum[2] == 105 // 3_Número decimal
            rfid.serNum[3] == 154 // 4_Número decimal
            rfid.serNum[4] == 159) // 5_Número decimal
      {
        Serial.println(" VISITANTE "); // Reconhece o cartão
        digitalWrite( 6, LOW); // ativa a saída 6 em nível BAIXO (placa de reles)
        delay(2000);
      }
    }
  }
  else {
    Serial.println ("Sem cartao");
  }
}

```

```
        digitalWrite(7, HIGH);  
        digitalWrite(6, HIGH);  
        delay(500);  
    }  
    rfid.halt();  
}
```

Salvo.

APÊNDICE K – PROGRAMAÇÃO COMENTADA FEITA NA PLATAFORMA ARDUINO UNO, RESPONSÁVEL POR CONTROLAR A PLACA *SHIELD* DE ACIONAMENTO DO SINTETIZADOR DE VOZ

```

programa_sintetizador | Arduino 1.6.5
Arquivo Editar Sketch Ferramentas Ajuda

programa_sintetizador

/* SINTETIZADOR DE VOZ: CI 1760 */

const int reset = A0; // ENTRADA RESET DO 1760, UTILIZEI O "A0" PELA PROXIMIDADE DO PINO A PLACA SHIELD
const int play = A1; // "PLAY"
const int fw = A2; // "FW"
const int visitante = 6; // CARTÃO RFID
const int funcionario = 7; // CARTÃO RFID
int buttonState = 0; // ZERAR AS CONSTANTES
int buttonStatel = 0;
int cont = 0;
int contl = 0;

void setup() {
  pinMode(visitante, INPUT_PULLUP); // RESISTOR DE PULLUP - ENTRADA NEGATIVA
  pinMode(funcionario, INPUT_PULLUP); //
  pinMode(reset, OUTPUT); // SAÍDA DO ARDUINO PARA A SHIELD CONSTRUÍDA COM O SINTETIZADOR 1760
  pinMode(play, OUTPUT); // ""
  pinMode(fw, OUTPUT); // ""
}

void loop(){
  digitalWrite(play, HIGH); // INICIA COM AS SAÍDAS ALTAS POIS O 1760 LE APENAS SINAIS DE NÍVEL BAIXO
  digitalWrite(reset, HIGH);
  digitalWrite(fw, HIGH);
  buttonState = digitalRead(visitante);
  if (buttonState == LOW && cont ==0) {
    digitalWrite(play, LOW); // ACIONA O PLAY POR MEIO DA SAÍDA BAIXA DO ARDUINO
    delay (5000); // PERMANECE 5 SEGUNDOS "TEMPO DA MENSAGEM..."
    digitalWrite(play, HIGH); // RETORNA A NÍVEL ALTO
    cont = cont++; // IMPLEMENTA CONTADOR, POIS A FRASE FICARIA EM LOOP
  }
  if (buttonState == HIGH){ // Quando NÃO houver cartão, resistor interno DE PULLUP ficará NÍVEL ALTO
    cont = 0; } // NESSE CASO A CONSTANTE RETORNA AO VALOR ZERO
    digitalWrite (reset, LOW);
    delay (1500);
    digitalWrite (reset, HIGH);
    buttonStatel = digitalRead(funcionario);
  if (buttonStatel == LOW && contl ==0) {
    digitalWrite (fw, LOW);

    delay (2000);
    digitalWrite (fw, HIGH);
    delay (500);
    digitalWrite (play, LOW);
    delay (7000);
    digitalWrite (play, HIGH);
    contl = contl ++;
  }
  if (buttonStatel == HIGH){
    contl = 0;
    digitalWrite (reset, LOW);
    delay (1500);
    digitalWrite (reset, HIGH);
  }
}

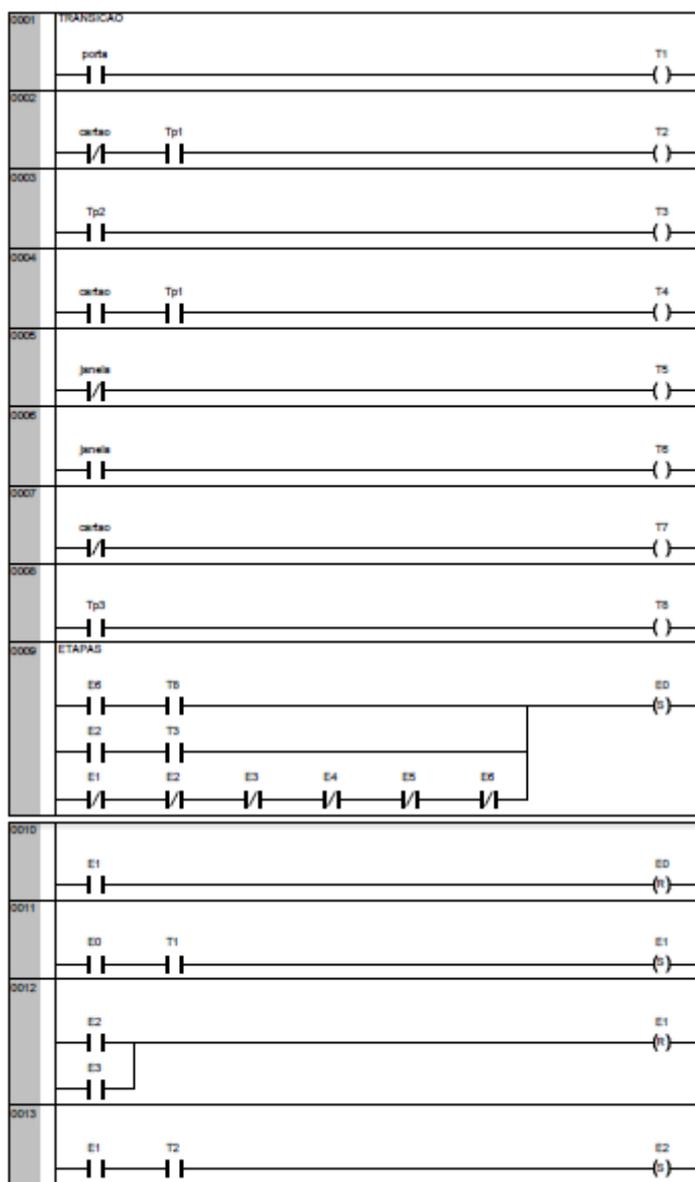
Compilação terminada.

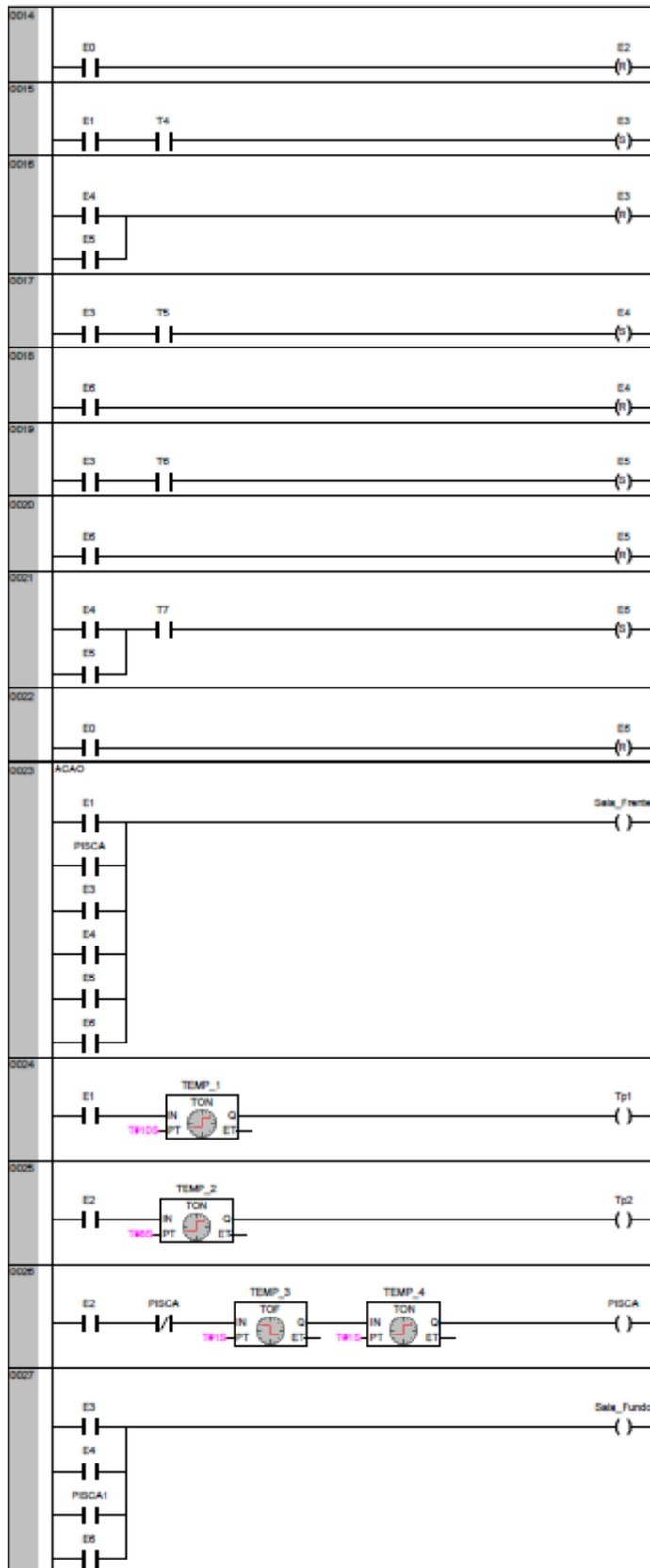
```

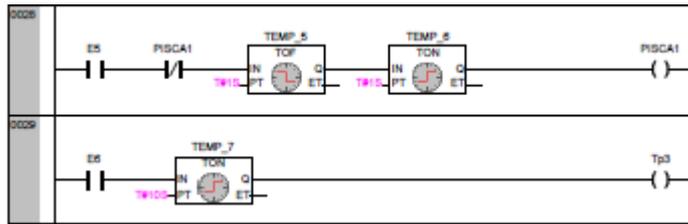
**APÊNDICE L – TRANSCRIÇÃO DA LINGUAGEM GRAFCET PARA LINGUAGEM
LADDER, REFERENTE À ELABORAÇÃO DOS TRÊS GRAFCETS
APRESENTADOS PELOS ALUNOS.**

CENÁRIO 1 – Sala de aula automatizada

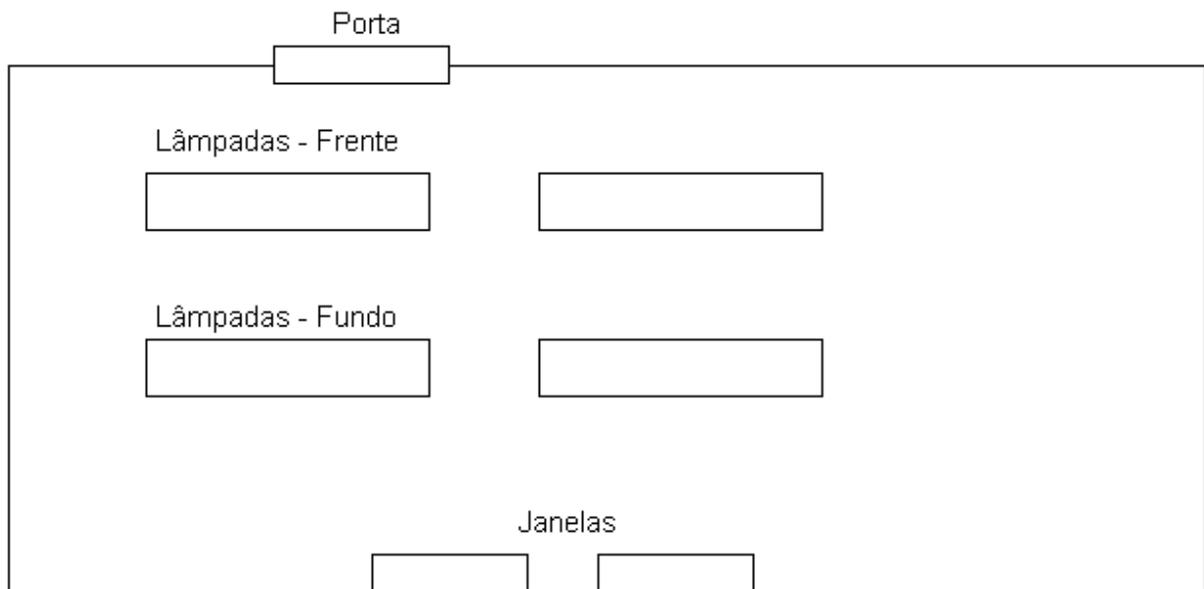
Programação em *Ladder* desenvolvida no *software Master Tool IEC* a partir do GRAFCET apresentado pelo grupo 4.





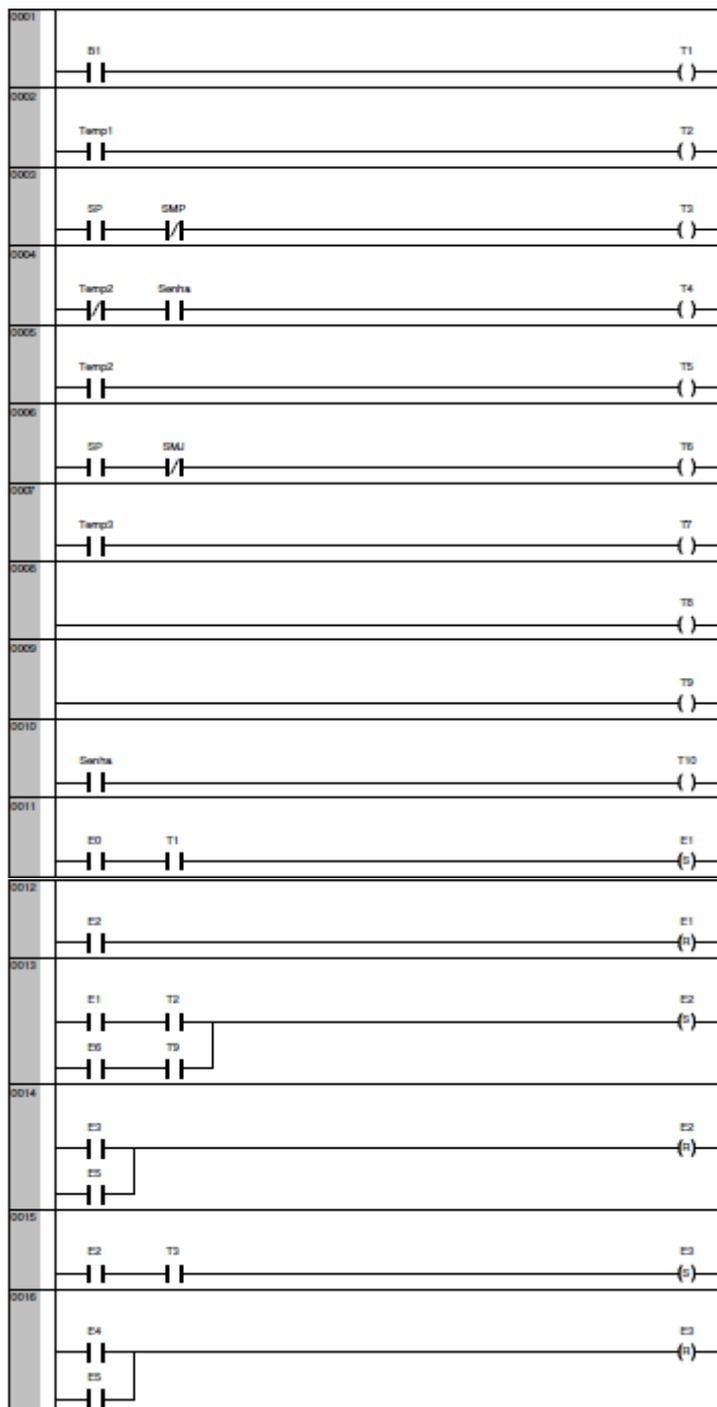


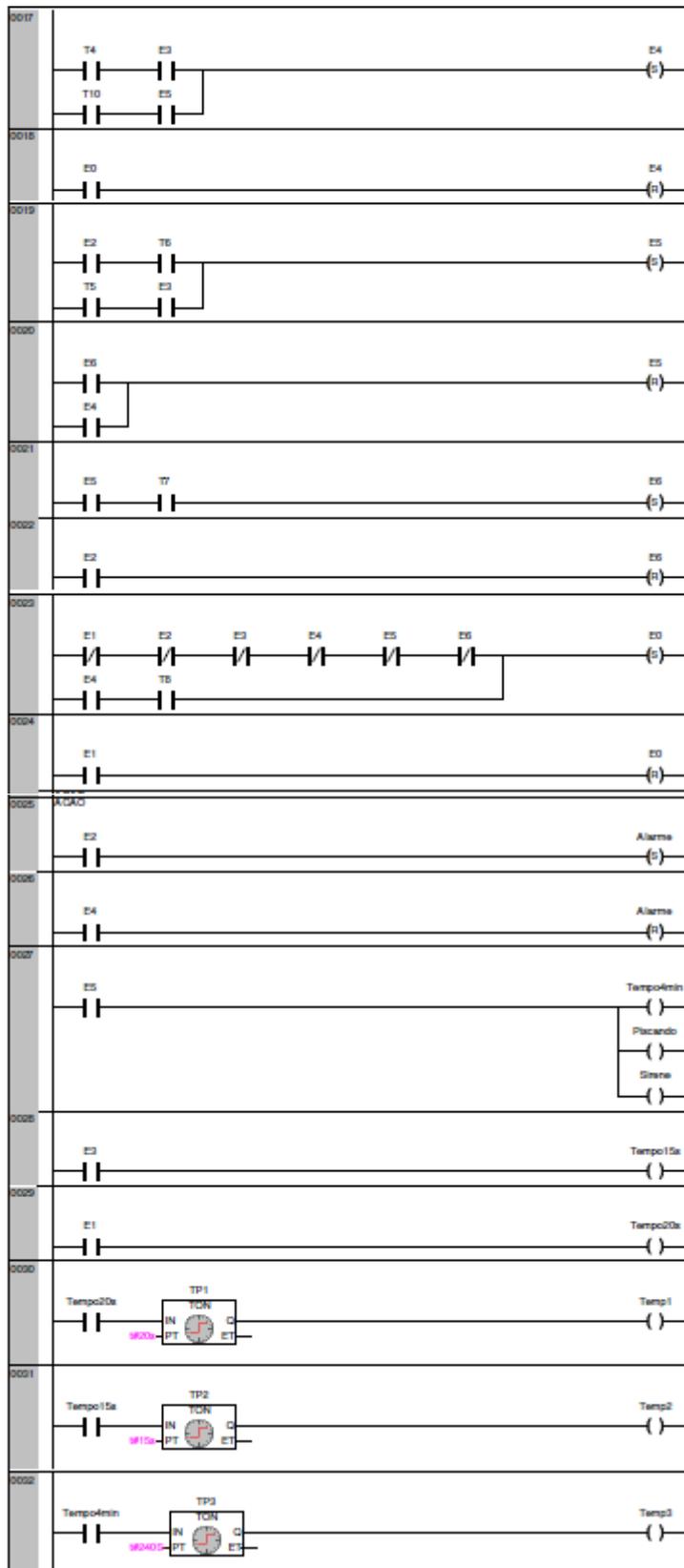
Tela gráfica interativa referente ao Cenário 1, elaborada pelos alunos do grupo 4

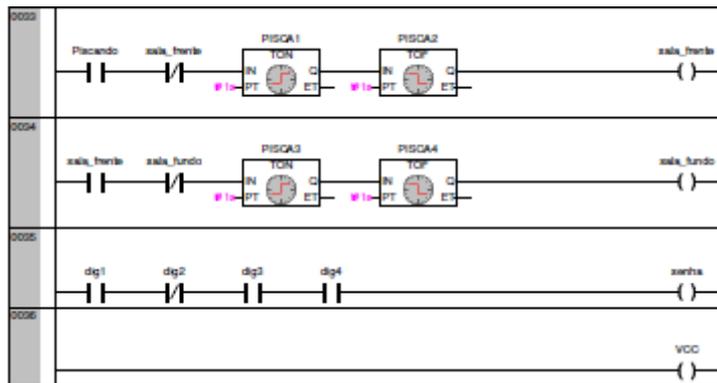


CENÁRIO 2 – Sistema Inteligente de Segurança (Alarme)

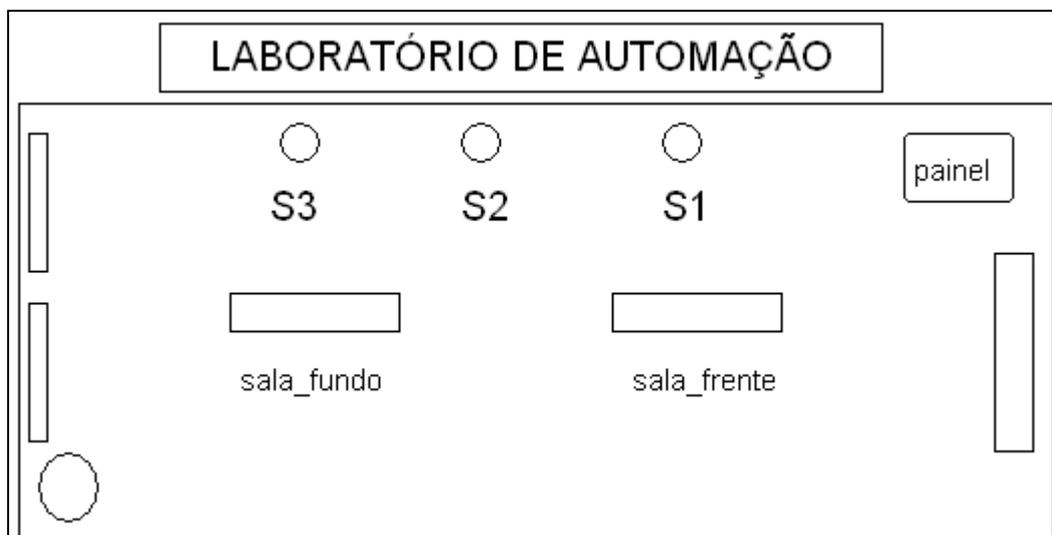
Programação em *Ladder* desenvolvida no *software Master Tool IEC* a partir do GRAFCET apresentado pelo grupo 5.





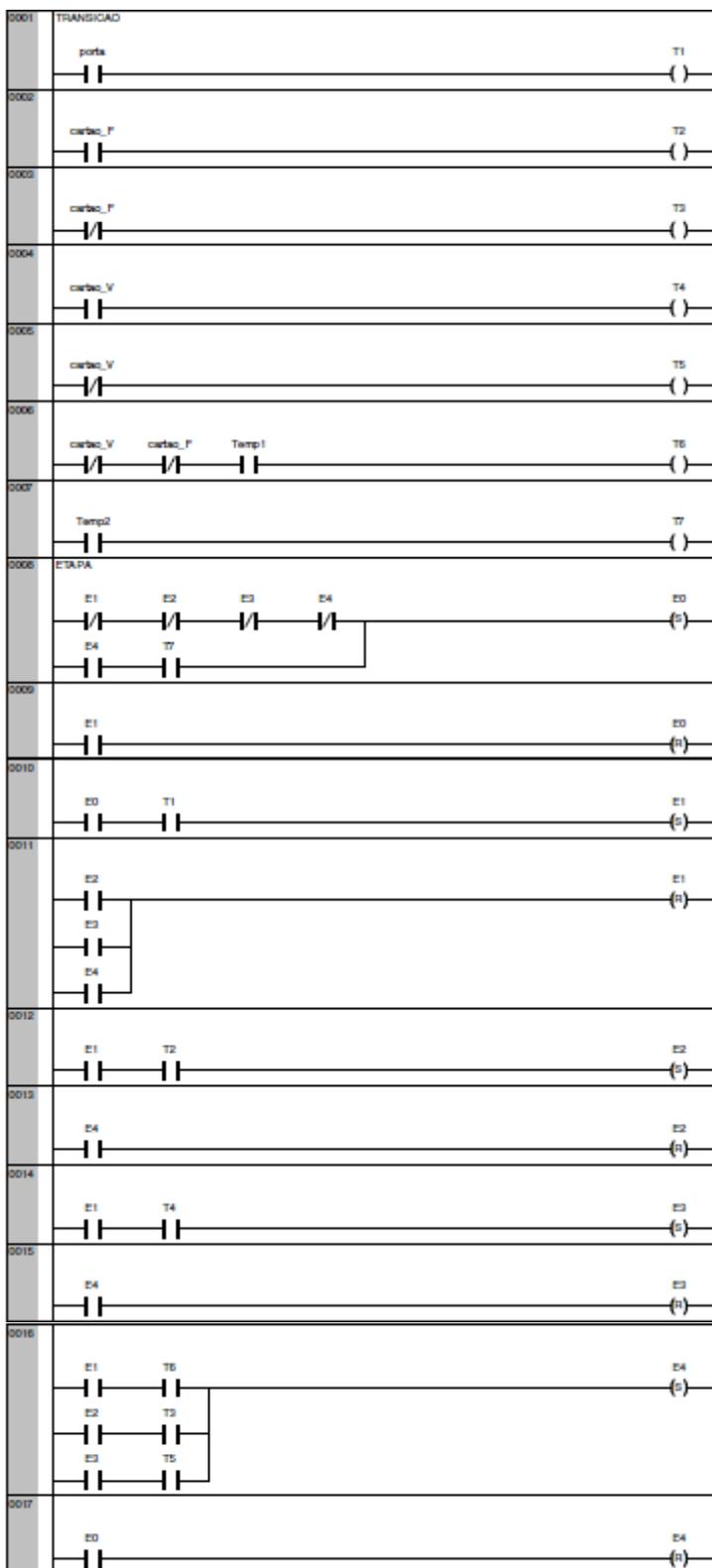


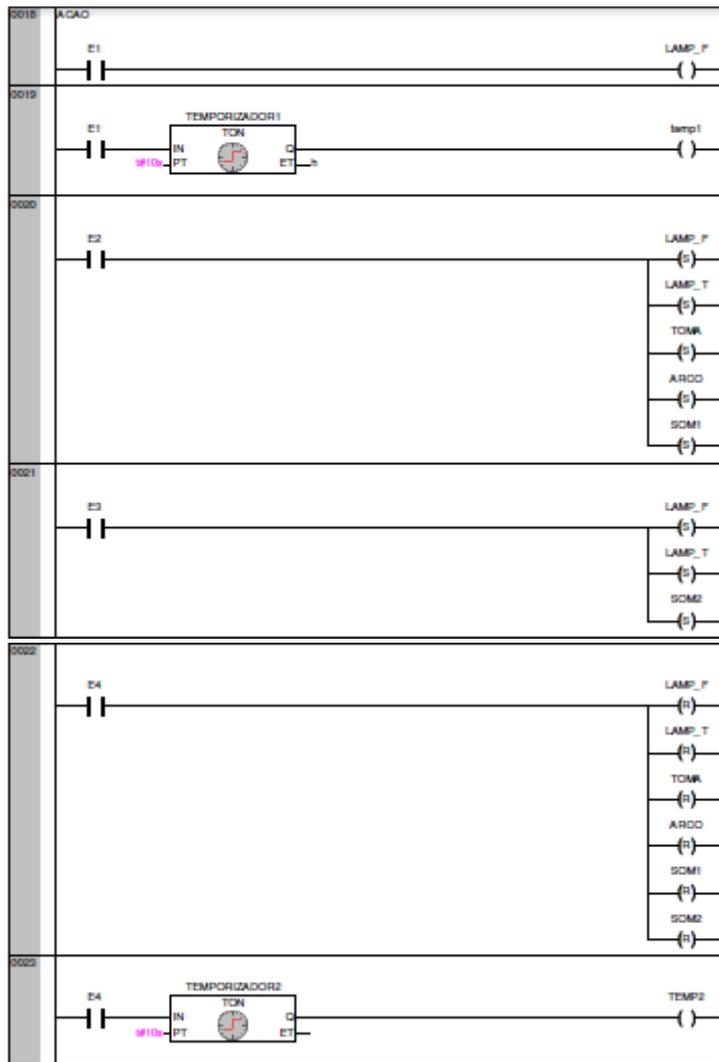
Tela gráfica interativa referente ao Cenário 2, elaborada pelos alunos do grupo 5



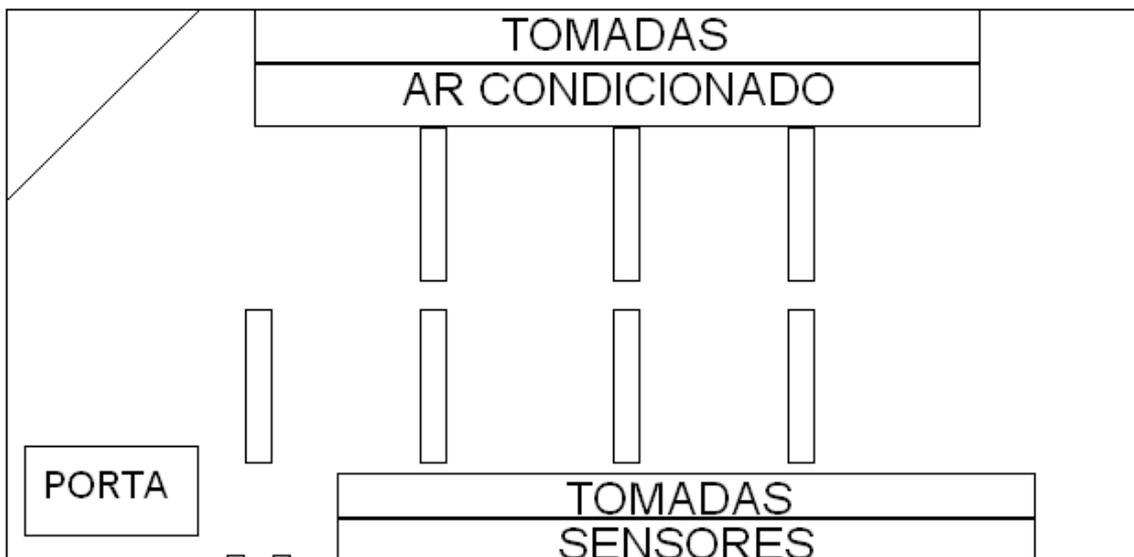
CENÁRIO 3 – Ambiente automatizado comercial/industrial

Programação em *Ladder* desenvolvida no *software Master Tool IEC* a partir do GRAFCET apresentado pelo grupo 3.





Tela gráfica interativa referente ao Cenário 3, elaborada pelos alunos do grupo 3



ANEXOS

ANEXO A – Curso Técnico em Mecatrônica

Informações do Curso

- Modalidade: Integrado
- Turnos: Manhã e Tarde
- Tempo de duração: 4 anos.
- Carga horária: 3680hs.
- Estágio Curricular: 320hs.
- Requisitos para ingresso: Ensino fundamental completo.
- Forma de ingresso: Processo seletivo
- Ingresso: anual.

Descrição

O egresso do Curso Técnico de Nível Médio em Mecatrônica - Integrado - deverá ter uma formação ética, técnica, criativa e humanística, que possibilite ao futuro profissional ser um cidadão responsável, empreendedor, investigador e crítico, apto a desempenhar sua profissão no que concerne à gestão, operação e manutenção de sistemas mecatrônicos em ambientes industriais, e a integrar tecnologias, gerenciar equipes de trabalho e a manter sistemas de produção automatizados, bem como promover melhorias para a otimização de processos industriais.

Disponível em: < http://www.charqueadas.ifsul.edu.br/portal/index.php?option=com_content&view=article&id=414 >. Acesso em: 14 mar/ 2017.

ANEXO B – Manual do sintetizador de voz

Sintetizador de Voz construído exclusivamente para a intervenção pedagógica utilizando o CI ISD 1760

Descrição do CI ISD1760A

O ISD1700A é um CI que pode gravar e reproduzir voz/sons, tornando-se ideal para aplicação em uma grande variedade de sistemas eletrônicos. A duração das mensagens gravadas vai de 26 segundos até 120 segundos. A frequência de amostragem de cada dispositivo também pode ser ajustada a partir de 4 kHz a 12 kHz com um resistor externo, dando ao utilizador uma maior flexibilidade na duração versus qualidade de gravação para cada aplicativo.

Os dispositivos ISD1740A/50A/60A possuem um sistema de gerenciamento de mensagens que permite o chip a auto-gerir várias mensagens. Incluem circuito oscilador (resistor externo com controle), pré-amplificador para microfone com controle automático de ganho (AGC), entrada auxiliar analógica, filtros, controlador de volume e modulação em largura de pulso (PWM).

Características Elétricas:

Tensão de Alimentação – $V_{cc} = 5V$

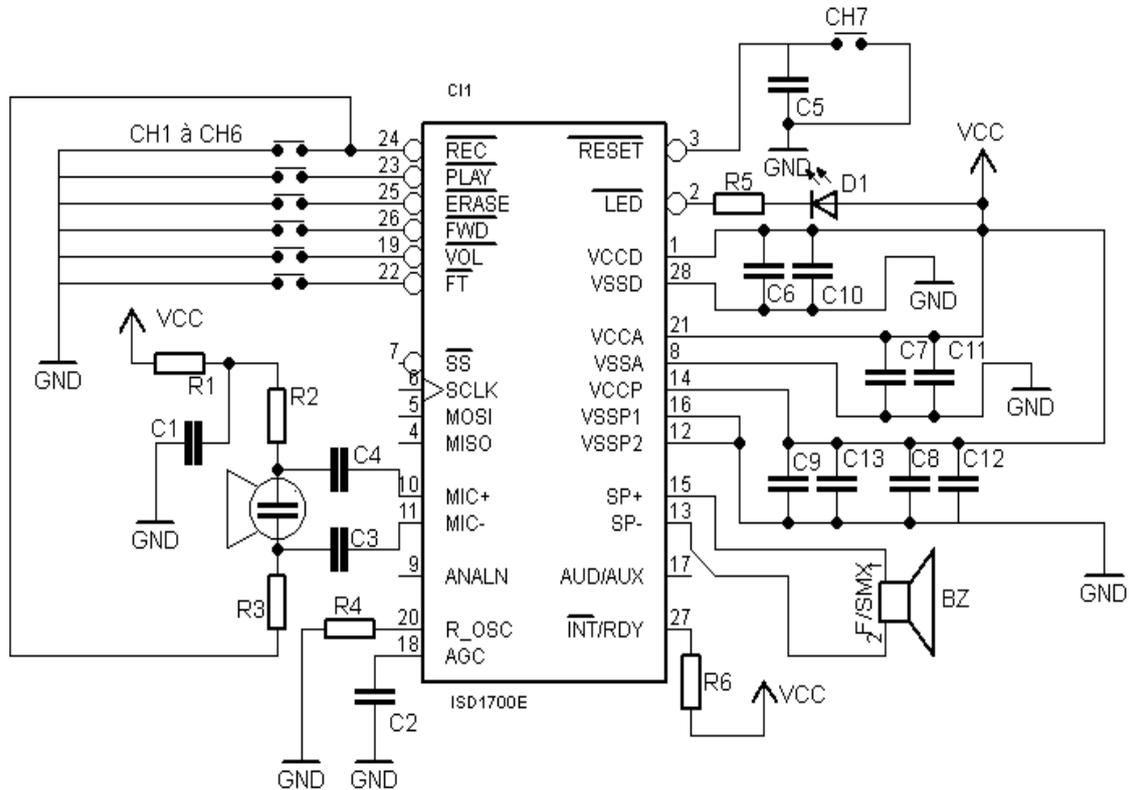
Consumo de Corrente – $I_{cc} = 20mA$

Operação do Sintetizador de Voz

- Para gravar, basta apertar e segurar o botão REC (pino 24) até o final da mensagem - o led acenderá;
- Após gravar, para reproduzir basta apertar o botão PLAY (pino 23) - o led ficará piscando;
- Para gravar outras mensagens, basta terminar a última reprodução e apertar o botão REC novamente;
- Para ouvir essa segunda mensagem, basta dar o RESET (pino 3e) - o led pisca uma vez para indicar o reset -, e, para selecionar a próxima faixa, basta acionar o botão FWD (pino 26) que piscará o led uma vez. Em seguida, apertar o PLAY e o led ficará piscando novamente;
- Para apagar a última mensagem, basta pressionar o botão ERASE (pino 25). Para apagar todas as mensagens, basta ficar pressionado mais de 3 segundos e o led piscará seis vezes;
- Para aumentar o volume, basta apertar o botão VOL (pino 19), antes de reproduzir a mensagem (8 níveis de volume);
- O sinal READY (pino 27) em nível alto habilita as operações do sintetizador de voz;
- Quando o botão FT é ativado, o sinal analógico do microfone passa para saída (alto falante).

Obs.: Recomenda-se utilizar um amplificador de áudio na saída para o alto falante.

Circuito do Sintetizador de Voz com ISD 1760



Lista de Material

Componentes da Placa	
Identific.	Descrição
MC	Microfone de eletreto

Acessórios	
	Descrição
	Soquete 28 pinos

C11	CI ISD1760		Conec, Molex Peq 2 vias Macho *
C3 à C9	Capacitor 0.1 μ F		Conec. Molex Peq 2 vias Fêmea *
C1 e C2	Capacitor 4.7 μ F		Conec, Molex Gde 2 vias Macho **
C10 à C13	Capacitor 10 μ F		Conec. Molex Gde 2 vias Fêmea **
D1	Led 5mm		Conec, Molex Peq 3 vias Macho ***
R1 à R3	Resistor 4k7 Ω		Conec. Molex Peq 3 vias Fêmea ***
R6	Resistor 100K Ω	0	Terminal Molex Peq
R5	Resistor 1K Ω		Terminal Molex Gde
R4	Resistor 82K Ω		PCI Padrão 8cmx10cm
CH1-CH7	Push Botton NA para PCI		Suporte para PCI
BZ	Alto falante		Cabos

* Para conexão do alto falante e do microfone de eletreto

** Para conexão da alimentação

*** Para conexão dos sinais de controle ao microcontrolador

Disponível em: <[www.educatronica.com.br/docs/Sintetizador% 2520de %2520 Voz-%2520ISD%25201760.doc+&cd=12&hl=pt-BR&ct=clnk&gl=br](http://www.educatronica.com.br/docs/Sintetizador%20de%20Voz-%20ISD%201760.doc+&cd=12&hl=pt-BR&ct=clnk&gl=br)>. Acesso em: 20 nov/2015.

