



Projeto e Desenvolvimento de uma Esteira Transportadora Separadora de Materiais Metálicos: Proposta de Interdisciplinaridade entre Dois Componentes Curriculares do Curso de Técnico em Mecânica da Etec de Batatais-SP

Design and Development of a Conveyor Belt for Separating Metallic Materials: A Proposal for Interdisciplinary Integration Between Two Curriculum Components of the Mechanical Technician Course at Etec of Batatais-SP

Daniel Augusto Ferrari

Doutor – Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza

Sérgio Fernandes de Freitas

Mestre – Universidade Santo Amaro

Resumo: Este trabalho descreve uma abordagem interdisciplinar entre dois componentes curriculares do curso de Técnico em Mecânica da Etec de Batatais-SP. Teve como objetivo desenvolver uma esteira transportadora automatizada contendo componentes da área da mecânica e automação industrial. Além disso, buscou adaptar os conteúdos das disciplinas envolvidas, direcionando-os para a construção de componentes mecânicos e elétricos do projeto, além de buscar integrar os alunos dos diferentes módulos do curso. A metodologia empregada incluiu um levantamento detalhado dos conteúdos das disciplinas de Processos de Fabricação e Automação Industrial, adaptando-os em exercícios práticos específicos. Os alunos foram organizados em equipes, cada uma responsável por uma etapa do projeto, onde foram estabelecidas reuniões para discussão do progresso e resolução de desafios. Os resultados destacaram as dificuldades enfrentadas durante o desenvolvimento do projeto, dentre elas a in experiência dos alunos em determinadas áreas. Tais obstáculos puderam ser superados com o apoio dos docentes e a colaboração entre as equipes. A montagem final do projeto resultou em uma esteira transportadora automatizada funcional, demonstrando a capacidade dos alunos em aplicar os conhecimentos teóricos em situações práticas. Conclui-se que projeto da esteira transportadora se apresentou como uma oportunidade valiosa para promover a interdisciplinaridade, o trabalho em equipe e a aplicação prática do conhecimento.

Palavras-chave: aprendizagem baseada em projetos; interdisciplinaridade; mecânica; mecatrônica; esteira automatizada.

Abstract: This study presents an interdisciplinary approach between two curriculum components of the Mechanical Technician course at Etec of Batatais-SP. The objective was to develop an automated conveyor belt incorporating elements from the fields of mechanics and industrial automation. Furthermore, it aimed to adapt the content of the involved subjects, directing them toward the construction of mechanical and electrical components of the project, while also fostering integration among students from different course modules. The methodology included a detailed review of the content from the Manufacturing Processes and

Industrial Automation subjects, adapting them into specific practical exercises. Students were organized into teams, each responsible for a stage of the project, with meetings scheduled to discuss progress and solve challenges. The results highlighted the difficulties encountered during project development, including the students' lack of experience in certain areas. These challenges were overcome with support from instructors and collaboration among teams. The final assembly of the project resulted in a functional automated conveyor belt, demonstrating the students' ability to apply theoretical knowledge in practical situations. It is concluded that the conveyor belt project served as a valuable opportunity to promote interdisciplinarity, teamwork, and the practical application of knowledge.

Keywords: project-based learning; interdisciplinarity; mechanics; mechatronics; automated conveyor belt.

INTRODUÇÃO

Os desafios enfrentados pelas escolas formadoras de profissionais da área técnica, como a Escola Técnica Estadual Antônio de Pádua Cardoso, incluem preparar os alunos com conhecimento, habilidades e atitudes adequadas para atender às necessidades da sociedade. Tais desafios são especialmente evidentes nos cursos técnicos, como o de Mecânica, onde disciplinas como Processos de Fabricação e Automação Industrial são cruciais.

O ensino tradicional, que historicamente tem sido centrado no professor e na transmissão de conhecimento, está passando por mudanças para promover uma educação mais interativa, que valorize a construção do conhecimento pelos alunos. Uma dessas abordagens é a Aprendizagem Baseada em Problema (ABP), que parte de problemas reais para despertar a motivação prática e estimular a criatividade dos estudantes. Enemark e Kjaersdam (2009) afirmam que a ABP oferece a integração entre ensino e pesquisa, promovendo a criatividade e a inovação.

Os professores enfrentam o desafio de demonstrar aos alunos a aplicação prática dos conceitos aprendidos em disciplinas técnicas, assim como estabelecer conexões claras entre elas. Para superar essa problemática, a utilização de metodologias ativas, como a ABP, é fundamental. Esta abordagem, segundo Libâneo (2015), proporciona aos alunos a oportunidade de aplicar os conceitos aprendidos de forma integrada, evidenciando as conexões entre os conteúdos e tornando o aprendizado mais significativo.

A ABP não apenas promove a integração entre ensino e pesquisa, mas também desafia os alunos a interagir com outras ideias e pessoas para encontrar soluções criativas e inovadoras. Enemark e Kjaersdam (2009) destacam que a ABP inicia com problemas não solucionados, exigindo dos alunos um contato mais próximo com a realidade e uma busca por soluções práticas.

Além disso, estudos demonstram que os alunos retêm significativamente mais do que aprendem quando confrontados com problemas simulados. Coleman (1998) calcula que os estudantes podem reter até 90% do que foi aprendido quando confrontados com problemas simulados, destacando a eficácia da ABP na retenção do conhecimento.

Enfim, torna-se crucial reconhecer a importância dos protótipos ou modelos físicos no processo de aprendizado dos alunos. Quando os estudantes têm a oportunidade de interagir fisicamente e presencialmente com equipamentos reais durante as aulas práticas, eles consolidam ainda mais seu entendimento dos conceitos teóricos. A manipulação direta desses equipamentos não apenas reforça o aprendizado, mas também proporciona uma experiência sensorial e tátil que é essencial para a compreensão profunda dos princípios mecânicos e de automação. Dessa forma, a combinação de aulas teóricas, projetos práticos baseados em problemas e a interação com equipamentos reais oferece aos alunos uma educação técnica completa e prepara-os de maneira abrangente para os desafios do mundo profissional.

OBJETIVOS

Objetivo Geral

Desenvolver, juntamente com o auxílio de alunos do curso Técnico em Mecânica, uma esteira transportadora automatizada contendo: um motor DC, um sensor, uma bobina solenóide e um micro-controlador.

Objetivos Específicos

- Adaptar os conteúdos apresentados nos Planos de Ensino das disciplinas de Processos de Fabricação I, II e III buscando direcioná-los a exercícios para construção dos componentes mecânicos da esteira.

- Adaptar os conteúdos apresentados nos Planos de Ensino das disciplinas de Automação Industrial I, II e III buscando direcioná-los a exercícios para projeto e instalação dos componentes elétricos e eletrônicos, bem como a realização das lógicas de programação do microcontrolador a serem utilizados no sistema.

- Propor a integração do grupo de alunos dos 3 módulos do curso, visando o desenvolvimento do projeto de um sistema mecânico, passível de ser automatizado, que seja amplamente utilizado na indústria e que forneça, no decorrer da sua construção, atributos necessários para a integração das disciplinas de Processos de Fabricação e Automação Industrial do curso Técnico em Mecânica da Etec Antônio de Pádua Cardoso

- Definir requisitos mínimos do projeto, este que deverá conter ao menos 1 sensor, 1 atuador e um microcontrolador.

METODOLOGIA

Inicialmente, foi realizado um levantamento detalhado dos conteúdos apresentados nos Planos de Ensino das disciplinas de Processos de Fabricação I, II e III, bem como Automação Industrial I, II e III. Esses conteúdos foram então

adaptados em exercícios práticos específicos, os quais foram direcionados para a construção dos componentes mecânicos e elétricos da esteira.

Em seguida, os alunos foram organizados em equipes multidisciplinares, cada uma responsável por uma etapa do projeto. Foram estabelecidas reuniões regulares para discussão do progresso, resolução de desafios e integração entre as equipes.

Os requisitos mínimos do projeto foram definidos em conjunto com os alunos, destacando a necessidade de, pelo menos, 1 sensor, 1 atuador e um microcontrolador. Especificações técnicas detalhadas foram discutidas para garantir a adequação dos componentes ao projeto.

Com base nos requisitos estabelecidos, as equipes deram início ao desenvolvimento e implementação do projeto. Utilizando recursos disponíveis na escola, os alunos construíram e testaram os componentes mecânicos e elétricos da esteira, integrando-os em seguida e realizando testes preliminares para verificar o funcionamento adequado do sistema.

Durante todo o processo, foram realizadas avaliações contínuas do progresso do projeto, identificando eventuais problemas ou áreas que necessitavam de ajustes. Os alunos foram incentivados a propor soluções para os desafios encontrados e a realizar os ajustes necessários no projeto.

Por fim, uma avaliação final foi conduzida, onde os alunos apresentaram o sistema desenvolvido, demonstrando seu funcionamento e discutindo os aprendizados adquiridos ao longo do processo.

DESENVOLVIMENTO

Reunião com a Equipe e Definição do Conceito

Durante o desenvolvimento do projeto, uma reunião foi realizada entre o professor e alunos com o objetivo de definir os requisitos básicos do projeto. Nessa reunião, ficou estabelecido que o projeto consistiria na construção de uma esteira detectora de materiais metálicos, utilizando um motor DC, um sensor indutivo para detecção, um microcontrolador Arduino modelo UNO para controle e uma bobina solenoide como atuador para expulsão do material. Nesta mesma ocasião também foram definidos o funcionamento mecânicos e a lógica elétrica básica.

O sistema mecânico funcionaria da seguinte maneira: Um chassi, feito em chapa metálica dobrada em forma de “U” sustentaria todos os componentes. Dois roletes apoiados em mancais de rolamento e esticadores estariam ligados a uma correia e realizariam o transporte dos produtos. Um dos roletes estaria conectado um eixo motor através de um acoplamento rígido. Componentes auxiliares, também, fabricados em chapas metálicas, teriam a função de sustentar o motor, sensor e solenoide, este último componente estaria ligado a uma alavanca que desviaria o produto para a lateral da esteira, caso o objeto fosse metálico.

A lógica elétrica-eletrônica funcionaria da seguinte forma: Todos os componentes se alimentariam com uma fonte de corrente contínua de 12 volts. Através de uma simples lógica realizada no software Arduino, um microcontrolador modelo Arduino UNO R3 controlaria todo o sistema. O motor ligaria ou desligaria de forma independente através de um botão de pulso, através da inserção de um transistor tipo MOSFET “*Metal-Oxide-Semiconductor Field-Effect Transistor*”, este componente possui três portas: Gate, Source e Drain, assim, quando o Arduino enviasse um sinal lógico alto (HIGH) para o pino de controle conectado ao Gate do MOSFET, o mesmo seria ativado, e permitiria a passagem de corrente entre o Drain e o Source, ligando assim o motor. Caso o Arduino enviasse um sinal lógico baixo (LOW) para o pino de controle, o MOSFET seria desativado e cortaria a corrente para o motor, desligando-o. A outra parte da lógica ficaria encarregada de identificar ou não o material metálico através de um sensor do tipo indutivo. O sensor indutivo é um dispositivo amplamente utilizado em diversas aplicações industriais para detectar a presença ou ausência de objetos metálicos. Seu funcionamento baseia-se no princípio da indução eletromagnética. Consiste em uma sonda ou bobina indutiva que gera um campo magnético de alta frequência por meio de um oscilador. Quando um objeto metálico entra na área de detecção do campo magnético emitido pelo sensor, ele altera as linhas de fluxo magnético. Essa alteração na frequência de oscilação do campo magnético é detectada pelo circuito eletrônico do sensor. Como resultado, o sensor produz uma saída elétrica que indica a presença ou ausência do objeto metálico. Tal saída seria utilizada com uma entrada em um dos pinos digitais do Arduino UNO R3, e conforme configuração da lógica, este sinal comutaria um relé de contato que acionaria a carga para uma mini-bobina solenóide, esta que, por sua vez, acionaria uma alavanca que obstruiria a passagem em linha reta do material metálico, obrigando-o a se direcionar para a lateral da esteira. Caso o objeto não apresente características metálicas este seria direcionado para o final da esteira.

Divisão das Equipes e Processos

Em outra reunião foram formadas equipes, de acordo com os processos de fabricação necessários para a construção da esteira. A divisão ocorreu da seguinte forma: uma equipe foi incumbida do processo de usinagem, responsável pela fabricação dos componentes a serem usinados em torno CNC, convencional, bem como furação. Outra equipe ficou encarregada dos processos de corte e dobra dos componentes em forma de chapa metálica. Por fim, uma terceira equipe foi designada para realizar a lógica elétrica e de programação do microcontrolador, bem como suas instalações.

Este encontro foi fundamental para estabelecer as bases do projeto, definindo claramente os requisitos e as responsabilidades de cada equipe. A partir desse ponto, os alunos puderam iniciar o desenvolvimento do projeto de forma organizada e focada.

Fabricação dos Componentes Mecânicos

Durante esta etapa as peças fabricadas nos períodos das respectivas aulas, reunidas e montadas para compor o projeto final. A realização da montagem envolveu a integração das equipes e a coordenação dos processos de montagem.

Figura 1 – Alunos fabricando mancal em torno CNC.



Fonte: autoria própria.

Montagem da Lógica e Circuito Elétrico-Eletrônico

Nesta fase, a equipe responsável por tal tarefa, em posse do sistema mecânico montado, deu início a criação da lógica e elaboração da ligação dos componentes elétricos e eletrônicos. Assim como a etapa de fabricação esta fase contou com o auxílio em tempo integral do professor.

Figura 02 – Reunião com alunos para definir estratégia da lógica e componentes eletrônicos.



Fonte: autoria própria.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Na etapa de fabricação dos componentes usinados, foram encontradas algumas dificuldades decorrentes do curto tempo proporcionado pela disciplina de

Processos de Fabricação I, aliadas à pouca experiência dos alunos no manuseio do torno convencional. Essas dificuldades levaram os docentes a interferir e dedicar maior auxílio aos alunos durante o processo de fabricação.

Da mesma forma, na disciplina de Automação Industrial III, identificou-se tempo insuficiente para que a equipe pudesse elaborar a lógica de programação com maior cuidado, uma vez que os alunos eram pouco experientes nessa área.

Durante a etapa de montagem, algumas pequenas falhas previstas foram identificadas, como peças com furações desencontradas, dificultando a parafusagem dos componentes, ajustes inadequados entre peças torneadas e rolamentos, e falhas na lógica de programação do microcontrolador, especialmente relacionadas ao tempo entre detecção do sensor, velocidade da esteira e atuação da bobina solenoide. No entanto, esses contratempos foram paulatinamente solucionados, permitindo o avanço no processo de montagem e a conclusão bem-sucedida do projeto.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O desenvolvimento do projeto de uma esteira transportadora separadora de materiais metálicos proporcionou uma experiência enriquecedora e desafiadora para os alunos do curso Técnico em Mecânica da Etec de Batatais-SP. Ao longo do processo, foram evidenciados os benefícios da interdisciplinaridade entre os componentes curriculares de Processos de Fabricação e Automação Industrial, bem como a aplicação de metodologias ativas, como a Aprendizagem Baseada em Problema (ABP).

Durante a execução do projeto, enfrentaram-se algumas dificuldades esperadas, como a falta de tempo e experiência dos alunos em determinadas áreas. No entanto, esses obstáculos foram superados com o apoio dos docentes e a colaboração entre as equipes, demonstrando a importância do trabalho em grupo e da supervisão docente.

A montagem final do projeto permitiu a integração de todos os componentes desenvolvidos ao longo do curso, culminando em uma esteira transportadora automatizada funcional. As pequenas falhas identificadas durante essa etapa foram paulatinamente corrigidas, evidenciando a capacidade dos alunos em solucionar problemas e adaptar-se a diferentes desafios.

Ao final do projeto, os alunos puderam não apenas aplicar os conhecimentos teóricos adquiridos em sala de aula, mas também desenvolver habilidades práticas essenciais para a sua formação profissional. A experiência de trabalhar em um projeto interdisciplinar proporcionou uma compreensão mais ampla e integrada dos conceitos estudados, preparando os alunos de forma abrangente para os desafios do mercado de trabalho na área mecânica e de automação.

Em suma, o projeto da esteira transportadora se mostrou uma oportunidade valiosa para promover a interdisciplinaridade, o trabalho em equipe e a aplicação prática do conhecimento, contribuindo significativamente para a formação profissional dos alunos do curso Técnico em Mecânica da Etec de Batatais-SP.

REFERÊNCIAS

COLEMAN, J. N. KINNIMENT, D. J. **Effectiveness of Computer Aided Learning as a direct replacement for lecturing in degree-level electronics.** IEEE Transactions on Education, New York, v.41, n.1, feb. 1998.

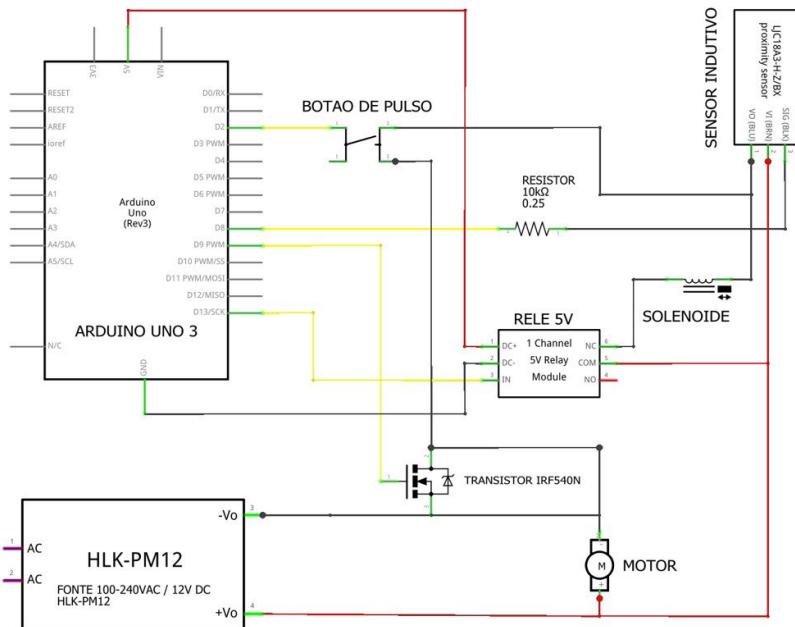
ENEMARK, S.; KJAERSDAM, F. **A ABP na teoria e na prática: a experiência de Aalborg na inovação do projeto no ensino universitário.** In.: ARAÚJO, U. F.; SASTRE, G. (Orgs.). Aprendizagem baseada em problemas no ensino superior. São Paulo: Summus, 2009, p. 17-4

LIBÂNEO, José Carlos. **Formação de professores e didática para desenvolvimento humano.** Educação & Realidade, v. 40, p. 629-650, 2015.

STÜRMER, Arthur Breno. **Coordenação do trabalho pedagógico: do projeto político-pedagógico ao cotidiano da sala de aula.** # Tear: Revista de Educação, Ciência e Tecnologia, v. 10, n. 2, 2021.

APÊNDICE

APÊNDICE 01 - Diagrama elétrico/eletrônico da esteira separadora de materiais metálicos.



Fonte: autoria própria.

APÊNDICE 2 - Lógica realizada em Arduino.

```

int sensor = 8;
int valor;
int bobina = 13;
unsigned long tempoInicio = 0;
int BUTTONpin = 2;
int MOTORpin = 9;
int buttonState = 0;
int lastButtonState = 0;
bool motorAtivo = false;

void setup() {
    pinMode(sensor, INPUT);
    pinMode(bobina, OUTPUT);
    pinMode(BUTTONpin, INPUT_PULLUP);
    pinMode(MOTORpin, OUTPUT);
    Serial.begin(9600);
}

void loop() {
    // Verifica se o botão foi pressionado
    buttonState = digitalRead(BUTTONpin);
    if (buttonState != lastButtonState) {
        if (buttonState == LOW) {
            // Inverte o estado do motor ao pressionar o botão
            motorAtivo = !motorAtivo;
            // Liga ou desliga o motor conforme o estado
            digitalWrite(MOTORpin, motorAtivo ? HIGH : LOW);
        }
        lastButtonState = buttonState;
    }

    valor = digitalRead(sensor);

    if (valor == LOW) {
        digitalWrite(bobina, HIGH);
        tempoInicio = millis(); // Registra o tempo atual
    }

    if (millis() - tempoInicio >= 10000) { // Mantém a bobina ligada por 10
segundos
        digitalWrite(bobina, LOW); // Desliga a bobina após 10 segundos
    }

    delay(10);
}

```

APÊNDICE 3 - Lista de materiais da esteira separadora

LISTA DE MATERIAIS - ESTEIRA SEPARADORA DE MATERIAIS METÁLICOS	
QTD	DESCRIÇÃO
1	Mini Motorreductor 12v Dc Motor 12v Dc - Redução 20 RPM
1	Micro-controlador Arduino UNO R3
1	Sensor Indutivo M12 12mm Npn Pnp 12v
1	Relé Temporizador 5v 12v 24v Digital
1	Mini Solenoide 12v
1	Fonte 12v 2.5a Entrada Bivolt 127-240 Volts
65X40mm	folha EVA
2	Garra Jacaré Mini
1m	Fio - Cabo flexível 0,5mm
1	Resistor 10 kΩ
1	Push Button (Chave Tátil) 6x6x5mm
1	Plug P4 Macho
1	Transistor MOSFET IRF530N
250mm	Barra Roscada M6 Zincada
4	4 - Rolamentos Abec 5 608zz 8x22x7
4	Porca Sextavada M4
4	Porca Sextavada M3
4	Porca Sextavada M6
5	Porca sextavada M2
2	Parafuso Allen com cabeça M2 x 10
1	Parafuso Allen M2 x 20
10	Parafuso Philips Soberba 3mm X 6mm
2	Parafuso Allen M5 x 8
4	Parafusos Allen M3 x 8
4	Parafusos Sextavado M5X8
2	Parafusos Allen Sem Cabeça M4x8
2	Parafusos Allen M4X35
12	Arruelas M3 Aço Carbono Zincado
60mm	Barra Redonda Nylon 40mm
20mm	Barra Redonda Aço 1020 15mm
120mm	Barra Redonda Aço 1020 1. 1/2"
0,062m ²	Lona para Banner 280g
0,021m ²	Chapa 2mm ou chapa 14
0,13m ²	Chapa 1mm ou chapa 20

Fonte: autoria própria.