

O USO DA MECATRÔNICA COMO FERRAMENTA NA APRENDIZAGEM DOS CONTEÚDOS DE FÍSICA

Miguel Kennedy Mendonça¹
Professor Mestre Mauro Januário²

RESUMO

Este artigo aborda o uso da Mecatrônica, disciplina que envolve conhecimentos na área da mecânica, eletrônica e informática, na aprendizagem dos conteúdos teóricos de Física. A estratégia a ser empregada consta de projetos didáticos construídos pelos alunos a partir de um caderno temático composto de dois capítulos elaborados pelo professor. Tais projetos foram construídos com materiais reciclados ou de fácil obtenção. Nesse caderno, os alunos encontraram o conhecimento básico da eletrônica; a programação na linguagem LOGO; a fundamentação teórica dos projetos ali tratados e o processo passo a passo da construção dos projetos. A verificação da aprendizagem, que se pretende bimestral, tem como base a apresentação dos projetos preparados pelos alunos e as atividades propostas no caderno temático. O objetivo final desta proposta é a melhor compreensão dos conceitos físicos, tendo em vista contribuir para a construção do conhecimento de maneira mais ativa e elaborada. Espera-se, portanto, aulas mais dinâmicas e interessantes, fazendo com que os alunos consigam integrar o desenvolvimento tecnológico que está ao seu redor (aparelhos eletro-eletrônicos, por exemplo) ao aprendizado da Física na escola.

Palavras chaves: Mecatrônica, caderno temático, construção do conhecimento, aluno.

O MECATRONICA USE AS TOOL IN LEARNING THE CONTENTS OF PHYSICS

ABSTRACT

This article discusses the use of Mechatronics, discipline that involves expertise in mechanical, electronics and informatics, learning of theoretical physics. The proposed strategy consists of didactic projects built by students from a thematic dossier consists of two chapters prepared by the teacher. Such projects will be built with recycled materials or easily accessible. In this book, students will find the basic knowledge of electronics, the programming language LOGO, the theoretical foundation of projects handled and there step by step process of building the projects. The verification of learning, which aims bimonthly, is based on the submission of projects prepared by students and the activities proposed in the thematic dossier. The ultimate goal of this proposal is a better understanding of

¹ Professor PDE , SEED/PR.

² UENP/Campus Bandeirantes

physical concepts in the construction of knowledge in a more active and prepared. It is expected therefore lessons more dynamic and interesting, making the learner to integrate the technological development that is around you (electronic equipment, for example) to learning physics at school.

Key Word: Mechatronics, thematic dossier, construction of knowledge, students.

1. INTRODUÇÃO

As tecnologias predominantes nos dias atuais são basicamente duas: a eletrônica cujos ramos imediatos são a informática e as telecomunicações; e a mecânica com seus ramos imediatos, que são a pneumática e a hidráulica.

A partir da fusão dessas tecnologias, se utiliza o termo Mecatrônica, que mostra a união íntima que resulta na maioria dos equipamentos modernos que utilizamos.

A Mecatrônica configura-se, assim, numa área que utiliza as tecnologias de mecânica, eletrônica e a tecnologia da informação para fornecer produtos sistemas e processos melhorados. Constituindo-se numa das áreas mais novas da engenharia, bem como no nível técnico-profissionalizante, em todo o mundo. O domínio integrado dessas diversas tecnologias é o que se pode chamar de Sistemas Mecatrônicos. (ROSÁRIO, 2005).

A mecatrônica enfatiza o gerenciamento e o controle da complexidade dos processos de indústrias modernas que exigem ferramentas sofisticadas para gerir em tempo real seus diversos processos integrados. Em nível superior, no Brasil, a mecatrônica é reconhecida pelo MEC como Engenharia de Controle e Automação.

Segundo o Comitê Assessor para Pesquisa e Desenvolvimento Industrial da Comunidade Européia (IRDAC) “Mecatrônica é a integração sinérgica da engenharia mecânica com a eletrônica e o controle inteligente por computador no projeto de processos e de manufatura de produtos”. Em outras palavras, quer dizer que a mecatrônica é a junção da engenharia mecânica com eletrônica com um controle inteligente por computador, ou seja, é uma máquina que tem tanto partes mecânicas como partes elétricas e sensores que captam informações e as repassam para as partes mecânicas capazes de nos fornecer produtos, sistemas e processos melhorados.

Pode-se considerar como um exemplo de sistema mecatrônico uma lavadora de roupas com porta-sabão automático. Esse porta-sabão sabe a quantidade de sabão que deve colocar em cada ciclo, pois ele pesa a quantidade de roupas que tem no cesto a partir de um sensor instalado abaixo dele.. Assim, um computador 'processa a informação, enviando um comando para o atuador, que despeja a quantidade de sabão necessária para a lavagem correta. A mecatrônica apresenta subdivisões de extrema importância em nossos dias como a robótica, a inteligência artificial, e a automação.

Robôs e maquetes industriais, antes utilizados apenas para treinar futuros engenheiros, agora também servem para introduzir estudantes do ensino médio de escolas públicas ao fascinante mundo da mecatrônica. Por meio dessas ferramentas, os alunos descobrem que, além de partir de conceitos relativamente simples, pode-se produzir equipamentos e processos que estão presentes no cotidiano da maioria das pessoas. Esses recursos contribuem para desmistificar o ensino da mecatrônica, que promove a interação dos conhecimentos gerados pelas engenharias da área de Mecânica. (ALVES FILHO, 2003).

É comum ouvir os alunos dizerem que não gostam de física, desconhecendo o quanto esta ciência colabora para o desenvolvimento tecnológico e científico, além, de possibilitar a realização de muitos processos mecatrônicos. A física, esta presente em todo campo da mecatrônica, pois muitos princípios de funcionamento de diversos componentes eletrônicos e mecânicos são regidos por fenômenos físicos apresentados em experiências laboratoriais.

Assim, utilizando projetos envolvendo a mecatrônica, pode-se proporcionar ao aluno uma nova abordagem sobre os conteúdos de Física, despertando o interesse pela disciplina, o que torna as aulas mais dinâmicas e interessantes, além de criar nos alunos uma consciência científica.

O uso da tecnologia como ferramenta na aprendizagem dos conteúdos de Física além de integrar o aluno ao mundo real que o cerca, pode lhe dar elementos para escolher a sua profissão, ou nortear a sua carreira acadêmica, seja ela como especialização técnica ou em curso superior na área tecnológica. Por outro lado, se ele não for para uma área tecnológica, o conhecimento dos fundamentos de tecnologia adquiridos na escola pode ser de grande utilidade, porque os equipamentos que usam tecnologia não vão deixar de estar presentes no seu cotidiano e na sua profissão.

Dessa forma, demonstra-se ao aluno a importância da Física no desenvolvimento tecnológico e sócio-econômico; o funcionamento e os conceitos físicos que estão presentes nos equipamentos eletro-eletrônicos do seu cotidiano tais como: CD player, DVD, telefone celular, forno de microondas, computador, terminal bancário, alarmes inteligentes, sistemas eletrônicos de automóveis, máquinas fotográficas digitais.

Pelos argumentos expostos, os professores da área de exatas, preocupados com a formação dos alunos, não podem deixar de pensar em tecnologia. Em função disso, algumas instituições já inseriram a educação tecnológica nos seus currículos escolares, obtendo resultados satisfatórios no aprendizado dos alunos, sendo que as metodologias empregadas e os respectivos projetos desenvolvidos no âmbito escolar foram tema de artigos publicados em revistas especializadas. Além da participação de alunos em feira de ciências tecnológicas como a FEBRACE (feira brasileira de ciências e engenharia).

Nessa perspectiva este artigo contempla a utilização de projetos mecatrônicos como ferramenta para a aprendizagem dos conteúdos de Física no ensino médio, a fim de despertar no aluno o interesse pela Física. Buscou-se, assim, tornar as aulas mais interessantes e dinâmicas, além de mostrar a ligação existente entre os conceitos físicos e o desenvolvimento tecnológico ao longo da História e a sua aplicação nos equipamentos eletro-eletrônicos atuais.

2. MECATRÔNICA: ABORDAGEM HISTÓRICO CONCEITUAL

Ao longo dos últimos anos é cada vez mais freqüente a utilização de componentes eletrônicos (tais como sensores, atuadores eletromecânicos e circuitos de controle) para acionamento e para controle de sistemas mecânicos, dando origem à Mecatrônica, que pode ser definida como a integração concorrente de conhecimentos nas áreas de Mecânica, de Eletrônica e de Computação.

Essa combinação tem possibilitado a simplificação dos sistemas mecânicos, a redução de custos e de tempo de desenvolvimento e a obtenção de produtos com elevado grau de flexibilidade e capacidade de adaptação a diferentes condições de operação. (ROSÁRIO, 2009).

A palavra mecatrônica teve sua origem no Japão, no final da década de 70, do século XX, como resultado da integração de conhecimentos de diversas áreas

como a mecânica, eletrônica e o processamento digital em produtos de consumo, conferindo-lhes características mais tecnológicas. (ROSÁRIO, 2005).

Muitos profissionais consideram que a Mecatrônica surgiu com o desenvolvimento dos robôs. Os projetos na área de robótica impulsionaram desenvolvimentos de controle realimentado a partir de informações sensoriais, tecnologias de sensores e atuadores, programação de alto nível, cinemática e dinâmica, etc.

Segundo Rosário (2005), muitas áreas como o controle realimentado resultante da fusão de informações sensoriais, tecnologias de sensores e atuadores, desenvolvimentos de novos materiais e processos de fabricação, programação de alto nível, cinemática e dinâmica foram impulsionados pelos projetos em robótica.

Adamowski e Furukawa (2001), reiteram que a combinação bem sucedida de mecânica, eletrônica e processamento digital em produtos populares recebeu o cognome de Mecatrônica, no final da década de 1970, mas conforme os autores, o grande avanço na área de robótica só foi possível com o surgimento do microprocessador, pois o controle de trajetória dos robôs articulados envolve cálculos complicados que devem ser realizados em tempo real.

A definição do termo mecatrônica vem sendo objeto de discussão de muitos pesquisadores. Conforme Ashley (1996, apud RIBEIRO, 2007), mecatrônica é a integração de conhecimentos nas áreas de mecânica, elétrica e computação. Van Brussel (1996, apud RIBEIRO, 2007) considera Mecatrônica como a combinação de Engenharia Mecânica, Engenharia de Controle, microeletrônica e Ciência da Computação, numa abordagem de engenharia concorrente, isto é, deve-se ter uma visão simultânea das possibilidades nas diferentes disciplinas envolvidas, em contraste com as abordagens tradicionais que geralmente tratam os problemas, nas várias disciplinas, separadamente.

Salminen da empresa FIMET define Mecatrônica como sendo a combinação de mecânica e eletrônica para melhorar a operação em vários aspectos, aumentar a segurança e reduzir custos de máquinas e equipamentos.

Para Acar (1996, apud RIBEIRO, 2007) a mecatrônica consiste em uma filosofia de projeto, baseada na integração da microeletrônica, da computação e do controle em sistemas mecânicos, com o propósito de obter a melhor solução de projeto e produtos com certo grau de inteligência e flexibilidade.

Existem vários outros autores que discutem a definição de Mecatrônica, porém verifica-se que o ponto comum à maioria das abordagens é a integração das diferentes tecnologias. Assim, independente das diversas definições do termo que surgiram ao longo do tempo, o fundamental é a integração concorrente das áreas de mecânica, eletroeletrônica, computação e controle, que esta ciência propõe.

De uma maneira geral a mecatrônica pode ser considerada uma ciência que está presente em diferentes níveis, dos quais Rosário (2005) destaca:

- Componentes: neste nível podem-se incluir os circuitos integrados, os sensores, os atuadores e os diversos mecanismos;
- Máquinas: como exemplo deste nível pode-se citar as máquinas de usinagem, medição, inspeção, movimentação e embalagem;
- Sistema: dentre os sistemas podem ser destacados os FMS – sistemas flexíveis de manufatura, FAS – sistema de automação de fábrica e CIM – sistemas integrados de manufatura.

Com o desenvolvimento tecnológico, a partir de meados da década de 1980, países como Austrália, Japão, Coreia do Sul, além de alguns países europeus, iniciaram a criação de cursos de graduação e pós-graduação voltados ao ensino multidisciplinar de Mecatrônica..

Nos Estados Unidos não foram criados cursos específicos de engenharia Mecatrônica, porém foram introduzidas, nos currículos dos cursos de graduação, disciplinas que apresentam o conceito de Mecatrônica. Na grande maioria das Faculdades de Engenharia dos Estados Unidos, as modificações foram feitas nos cursos de Engenharia Mecânica, com disciplinas que abordam a integração de mecânica, eletrônica e computação, para se obter componentes e máquinas. Na Inglaterra, a comunidade que desenvolve projetos envolvendo Mecatrônica só recebeu aceitação oficial em 1990 com a criação de um Fórum de Mecatrônica apoiado pelo IEE (*Institute of Electrical Enginners*) e o MechE (*Institute of Mechanical Engineers*).

No Brasil, o primeiro curso de graduação em Mecatrônica surgiu em 1988 na EPUSP (Escola Politécnica da Universidade de São Paulo), denominado Automação e Sistemas, implementado no Departamento de Engenharia Mecânica, aproveitando-se o núcleo do curso de Engenharia Mecânica, ao qual se introduziram disciplinas novas de eletrônica e computação.

Atualmente estão consolidados os cursos de Mecatrônica nos estados de Santa Catarina, Rio Grande do Sul, Paraná, Rio de Janeiro, Distrito Federal, entre outros. No Ceará, a Universidade de Fortaleza – Unifor iniciou o Curso de Engenharia de Controle e Automação e a Escola Técnica Federal do Ceará (CEFET – CE), o curso de tecnólogo em Mecatrônica.

Conforme se pode constatar, estes cursos foram criados em resposta às grandes mudanças tecnológicas no setor produtivo, e visam atender, de forma geral, aos desafios apresentados pela automação industrial e comercial. Vários deles objetivaram, formar o engenheiro para a automação crescente do mundo atual.

No momento, alguns desses cursos enfatizam o estudo de componentes eletrônicos e técnicas de controle. Outros enfatizam interdisciplinaridade e integração entre áreas do conhecimento em torno de um núcleo básico de Engenharia Mecânica. Este é o caso do curso de Mecatrônica da Universidade de São Paulo, que tem se norteado pela procura de uma integração harmoniosa de mecânica, eletrônica e computação, visando formar engenheiros que levem a maior flexibilidade e confiabilidade nos processos de produção.

A automação é uma realidade. Nos últimos anos houve um desenvolvimento intenso da eletrônica, computação e sistemas mecânicos de precisão, que difundiram amplamente os dispositivos automáticos na sociedade moderna. Entre estes dispositivos, tem-se os circuitos eletrônicos, cada vez mais rápidos e menores, como por exemplo os microprocessadores que compõem os computadores pessoais, que nos anos 1980 eram de 4 MHz e hoje em dia ultrapassam 1.4 GHz. Associado a este desenvolvimento, o computador digital e a computação possibilitaram o desenvolvimento das áreas de Microeletrônica, Eletrônica Digital e Engenharia. Como consequência direta deste desenvolvimento houve uma mudança no cotidiano das pessoas, através dos dispositivos eletrônicos presentes nos aparelhos de telefone celular, máquinas de lavar, aparelhos de vídeo, automóveis, entre outros.

2.1 A Formação do Profissional em Mecatrônica no Brasil

No cenário delineado anteriormente a mecatrônica funciona como uma espécie de ‘futuro das engenharias’. Inicialmente, o curso tem disciplinas comuns a qualquer engenharia: cálculo, física, mecânica e eletricidade básica. Na parte

específica são introduzidas disciplinas que incluem circuitos lógicos, controle de sistemas mecânicos e automação industrial. Como várias das disciplinas envolvem aspectos práticos e experimentais que naturalmente incluem aulas em laboratórios específicos.

No exercício da mecatrônica são considerados os conhecimentos aprofundados em materiais, suas ligas e propriedades físico-químicas. Tais características são fundamentais e determinarão a vida útil de um equipamento ou dispositivo mecatrônico. Deve-se entender, por exemplo, as propriedades do fluido lubrificante, que, ao atacar determinado material, pode invalidar o dispositivo.

A formação nesta área no Brasil pode ocorrer em nível técnico e superior, como é o caso do Técnico de nível médio, Técnico em Mecatrônica, e nos cursos de nível superior que levam as mais diversas denominações como o Tecnólogo em Mecatrônica e a Engenharia de Controle e automação. O Ministério da Educação define o curso de graduação em Engenharia de Controle e Automação. As disciplinas mais comumente encontradas nos cursos de Mecatrônica incluem:

Matemática

- Álgebra linear e geometria analítica
- [Cálculo](#) diferencial e integral
- Equações Diferenciais Ordinárias
- Cálculo numérico

Elétrica

- Análise de Dinâmica Linear
- Controle Digital
- Controle Dinâmico
- Materiais elétricos e eletrônicos

Mecânica

- Cinemática
- Hidráulica
- Pneumática
- Desenho Técnico

- Termodinâmica

Computação

- Conceitos de Programação de Computadores
- Software Básico
- Estruturas de Dados
- Software de Tempo Real

Outros

- Química
- Ciências do meio-ambiente

2.2 Engenheiro Mecatrônico

Uma das grandes transformações pelas quais passou o mundo do trabalho na era moderna foi a expansão da informática em todos os setores produtivos, que tornou algumas funções obsoletas, podendo os trabalhadores destas funções serem substituídos pelas máquinas. O engenheiro mecatrônico está no centro dessas mudanças. Sua especialidade são as máquinas de alta precisão, que levam tecnologia para diversos setores da indústria.

Considerada a área mais nova da engenharia no mundo, a Mecatrônica é uma disciplina integrada que utiliza as tecnologias de mecânica, eletrônica e a tecnologia da informação para fornecer produtos, sistemas e processos melhorados. O curso de graduação para Mecatrônica surgiu no Brasil na década de 1990 e foi reconhecido pelo MEC em 1992, e logo se firmou um dos mais concorridos. O engenheiro mecatrônico usa seus conhecimentos de Mecânica, Eletrônica e Informática para criar aparelhos de alta precisão, cada vez mais utilizados, após as transformações provocadas pela revolução industrial.

Relevante assinalar que no Brasil o título de graduação de Engenharia Mecatrônica passou a ser regulamentado há pouco tempo sendo um curso ainda disperso, encontrado em poucas faculdades por exigir laboratórios especializados e professores com alto nível de capacitação.

A presença crescente da automação nas organizações torna a procura por esse tipo de profissional crescente, principalmente na área de indústria automobilística. Como a procura por essa profissão cresce, a área de atuação desse engenheiro também cresce, atualmente destacam-se o desenvolvimento de projetos de equipamentos inteligentes, projetos de linhas produtivas automatizadas, o desenvolvimento e implantação de softwares para a área industrial e o controle e manutenção de equipamentos.

2.3 Técnico em Mecatrônica

O Técnico em Mecatrônica é o profissional que se utiliza dos sistemas computacionais para gerenciar, projetar e integrar sistemas industriais e supervisionados por dispositivos microcontrolados, sensores e atuadores. Opera equipamentos, utiliza *softwares* específicos e linguagens de programação adequadas. Organiza local de trabalho, coordena equipes e oferece treinamento operacional. Realiza manutenções, preventiva e corretiva, em conformidade com as normas técnicas e higiene, segurança, qualidade e proteção ao meio ambiente.

O mercado de trabalho do técnico em mecatrônica envolve a indústria automobilística e metal-mecânica, fabricantes de máquinas, componentes e equipamentos robotizados, laboratórios de controle de qualidade e prestadoras de serviço. As disciplinas mais comumente encontradas nos cursos técnicos em Mecatrônica incluem:

- Desenho
- Eletricidade
- Eletrônica
- Análise de Circuito
- Informática
- Processo de Fabricação Industrial
- Pneumática e Hidráulica
- Robótica
- Organização e Normas
- Eletrônica Digital
- Tecnologia Mecânica

- Automação Industrial
- Microprocessadores
- Instalação e Comandos Elétricos
- Estágio Supervisionado (300h)

2.4 A Mecatrônica e o Ensino de Física

Os professores de Física do Ensino Médio devem contribuir para que seus alunos construam um conhecimento, conforme preconizado nas Diretrizes Curriculares do Estado do Paraná (DCEs, 2007), que os instrumentalize no sentido de desenvolver capacidades de: a) realizar investigações e compreender a Física; b) utilizar a linguagem física e ser capaz de comunicar-se por meio dela; e c) contextualizar histórica e socialmente os conhecimentos físicos.

Entre as ações que podem contribuir para que o professor venha a ter sucesso nesse empreendimento, uma das que mais potencializam o aprendizado nesse campo do conhecimento é a experimentação, que enfatiza-se nesse artigo, através do relato de um projeto desenvolvido no ano de 2009 no Colégio Estadual Rui Barbosa por intermédio de um material didático pedagógico que propõe o uso da mecatrônica como ferramenta na aprendizagem dos conteúdos de Física, por intermédio de uma experiência investigativa.

Entende-se aqui que a experimentação ocupa um papel fundamental no ensino de Física porque se constitui em estratégia propícia ao estabelecimento do diálogo que o estudante deve desenvolver com o conhecimento, que por sua vez é uma forma de fazer com que este ganhe significado. Além disso, na manipulação da realidade material o aluno é confrontado com aspectos do conhecimento físico que dificilmente podem ser compreendidos em sua complexidade por simples descrições teóricas.

Decorre daí a importância das atividades experimentais, pois o experimento é determinante no nível de significação para o aluno. Apesar desse amplo reconhecimento, a experimentação ainda não é devidamente valorizada nas tarefas do cotidiano do ensino de Física. (BONADIMAN e NONEMACHER, 2007).

Mas como experimentar nas aulas de Física, com professores, em parcela significativa, despreparados para isso, escolas sem condições materiais de dar

suporte à realização de atividades experimentais, são questões colocadas pelos autores, que reconhecem a complexidade da questão, principalmente ao se considerar a variedade de condições materiais entre diferentes escolas, ou entre o poder econômico de diferentes regiões do país.

Mas conforme apontam os autores, a pesquisa em ensino de Física vem oferecendo reflexões e alternativas. Uma delas, que tem sido difundida ao longo das últimas décadas, é a proposição de experimentos com utilização de materiais do cotidiano dos alunos. Uma prática que tem se mostrado uma alternativa eficaz para um número significativo de tópicos da Física do Ensino Médio.

Uma metodologia fundamentada na construção do material experimental favorece a investigação em nível fenomenológico e técnico dos dispositivos e as ações de fazer e testar o material incitam o sujeito a questionar e investigar os princípios e conceitos envolvidos no experimento e a atribuir um significado pessoal a esses conceitos. (COELHO, et al., 2008, p.13).

Algumas pesquisas sobre as origens da baixa utilização de experimentação no ensino de Física, na Educação Básica, indicam que os próprios professores podem demonstrar alguma rejeição pelo trabalho experimental. Isso ocorre por diversas razões, entre as quais se destacam o rigorismo com que os programas tendem a ser cumpridos, a falta de tempo do professor para a organização dos experimentos e a preparação insuficiente oferecida nos cursos de graduação.

Nessa perspectiva Stella e Choit (2006, p.8), apontam justamente a “falta de profissionais capacitados” como a principal causa da “não utilização de atividades experimentais” no ensino médio. A preparação deficiente conduz tanto ao abandono do laboratório, como também à utilização equivocada da experimentação, que ocorre quando professores optam por aplicar o recurso experimental em um contexto empirista, ou a partir de roteiros e relatórios, por exemplo, resultando em atividades pouco atraentes, que distorcem o significado e o papel da experimentação no desenvolvimento da Ciência.

O benefício de conduzir atividades de experimentação capazes de motivar os alunos é apresentado por Thomaz (2000, p.362), quando afirma que

[...] caso se pretenda que os alunos estejam motivados para a execução de trabalhos experimentais (e este aspecto estende-se a qualquer nível de ensino, desde o básico ao universitário), é preciso que a tarefa que os professores lhes proporcionem seja apelativa, que constitua um desafio, um problema ou uma questão que o aluno veja interesse em resolver, que se sinta motivado para encontrar uma solução.

Cabe assinalar que, além das dificuldades de ordem material que acompanham a experimentação, e daquelas inerentes à formação inadequada dos professores, da citação acima destaca-se um detalhe da atividade experimental, que se relaciona à necessidade de que os experimentos sejam capazes de mobilizar o interesse dos alunos, motivando-os ao estudo e à pesquisa.

Este é um ponto crucial na proposição de experimentos didáticos, e talvez um dos que menos sejam objetos de reflexão, pois há uma tendência natural do professor em escolher experimentos com base em fatores não relacionados aos interesses, necessidades curriculares e contexto dos alunos, mas sim às condições materiais da escola ou às suas preferências e conhecimentos pessoais.

Desse modo, ainda que se promovam atividades experimentais, se essas atividades não tiverem significado na vida dos alunos para além do ambiente escolar sua contribuição para o aprendizado fica comprometida.

Assim, entre os modos de despertar o interesse dos alunos, apontado pela autora figuram a promoção, pelas escolas, de concursos de robótica a partir de brinquedos comerciais.

A Robótica Pedagógica, é uma das disciplinas que faz parte do currículo de diversas escolas do ensino fundamental e médio, desde que foi sancionada a Lei de Diretrizes Bases (LDB/96), que permite uma nova abordagem dos procedimentos utilizados para transmitir os conhecimentos aos alunos. Ela é definida como o ramo educacional da Robótica que através de protótipos motorizados permite o ensino de conceitos básicos de Mecatrônica, relacionando-os com situações encontradas no cotidiano do aluno, ressaltando a importância e a utilidade dos conceitos aprendidos pelos futuros profissionais.

O aspecto negativo dos experimentos em robótica é o custo, geralmente elevado, dos materiais, conseqüentemente, poucas famílias, escolas, comunidades ou sistemas de ensino, podem oferecer essas atividades aos alunos. (TOMAZ, 2000).

Mas as mostras científicas promovidas pelas instituições, também caracterizam-se, conforme a autora, como atividades capazes de incentivar os alunos à pesquisa, investigação e apresentação de seus trabalhos. Caracteriza-se, assim, como uma iniciativa positiva, pois promove a alfabetização científica e tecnológica, permite o uso da criatividade e mobiliza a comunidade escolar. Além disso, é flexível quanto ao respeito aos interesses dos alunos e os trabalhos são desenvolvidos dentro das possibilidades individuais de dispêndio de recursos.

No entanto, cabe acrescentar que a metodologia utilizada no desenvolvimento de experimentos para mostras científicas é diferente da usada na experimentação didática, e não pode ser transposta para o laboratório de Física porque os tempos e os saberes envolvidos são distintos.

Por essa razão, tanto na experimentação em laboratório didático ou salas de aula, quanto em feiras de ciências, a disponibilidade de conjuntos de sustentação constituídos de elementos de construção simples, que utilizem peças e matérias primas facilmente encontradas, favorece a melhoria da qualidade do ensino de Física. Nesse sentido, o conjunto utilizado no projeto que aqui se relata, buscou utilizar materiais do cotidiano dos alunos, disponíveis em praticamente qualquer cidade do País.

Procurou-se, assim, oferecer condições para que os conteúdos ganhassem significado e as descobertas fossem sustentadas e incentivadas pela experimentação, o que pode ser conseguido com o uso de materiais familiares que desafiem naturalmente o aluno a manipular a realidade. Nessa perspectiva, quando o engajamento na tarefa experimental absorve toda a atenção é porque a aprendizagem está ocorrendo. (TOMAZ, 2000).

3. METODOLOGIA

O projeto foi desenvolvido no Colégio Estadual Rui Barbosa, situado no município de Jacarezinho (PR), com alunos da 3ª série do ensino médio: três turmas do período matutino, uma turma do vespertino e duas turmas do noturno. A escolha dos alunos da 3ª série do ensino médio para a implementação do projeto deve-se aos seguintes fatores:

- O tempo para o desenvolvimento das atividades previstas para o professor titulado PDE (um ano).

- O número de aulas previstas na grade (três aulas semanais, enquanto na 1ª e 2ª séries são duas).
- O acúmulo dos conhecimentos de Física ao longo da 1ª e 2ª séries
- O conteúdo estruturante (Eletromagnetismo), que geralmente é tratado na 3ª série do ensino médio.

Para a construção dos projetos mecatrônicos é necessário que os alunos tenham um breve conhecimento de eletrônica básica e programação.

Sendo assim, foi criada uma unidade temática composta de dois capítulos: um com abordagem na eletrônica básica e outro sobre a construção dos projetos mecatrônicos.

O capítulo 1, referente à eletrônica básica, teve como objetivo descrever os componentes eletrônicos, seu funcionamento e a sua função num circuito eletrônico, a partir de experimentos.

No capítulo 2, relativo aos projetos mecatrônicos, foram introduzidos as noções básicas sobre programação na linguagem LOGO.

O ambiente LOGO utilizado foi o Super LOGO 3.0 do NIED (Núcleo de Informática Aplicada à Educação da Unicamp).

Também utilizou-se material multimídia (cd-room, dvd, e pendrive), para a apresentação da unidade temática sobre eletrônica básica.

No capítulo 2, foram apresentadas a fundamentação teórica e a construção passo-a-passo dos projetos, separados conforme os conteúdos estruturantes de Física.

Na unidade temática, contém também atividades referentes a cada projeto mecatrônico, e sobre a eletrônica básica. O objetivo dessas atividades foi a verificação dos conceitos físicos envolvidos nos projetos mecatrônicos, e nos experimentos relativos a eletrônica básica.

Os alunos foram divididos em grupos de cinco a sete integrantes em função do número de alunos em cada sala e experimentos a serem realizados. Os alunos tiveram a liberdade de desenvolver outros projetos, relacionados com o tema apresentado pelo professor.

Das três aulas semanais previstas na grade curricular, somente uma foi reservada para o desenvolvimento do projeto, as duas aulas restantes foram utilizadas para o desenvolvimento do conteúdo programático correspondente ao 3º

ano do ensino médio. A construção dos experimentos foi feita pelos alunos como atividade extra-classe.

A verificação da aprendizagem dos conteúdos referentes a eletrônica básica, foram feitos no final dos três bimestres após a entrega das atividades propostas no capítulo 1 da unidade temática, e no 4º bimestre após a entrega das atividades propostas no capítulo 2 da unidade temática. Por fim, promoveu-se a apresentação dos projetos mecatrônicos construídos pelos grupos de alunos.

3.1 Ações Implementadas

As atividades relativas aos componentes eletrônicos iniciaram-se em 2009. No período de fevereiro, a setembro (correspondente ao 1º, 2º e 3º bimestres), foram feitas as apresentações dos conteúdos propostos no capítulo 1, usando, além do quadro-negro e giz, os recursos de multimídias CD-ROOM, DVD e PENDRIVE.

Neste período, os grupos de alunos realizaram as experiências e atividades sobre os componentes eletrônicos. Os conteúdos abordados foram: Resistores, Capacitores, Indutores, Transformadores, Transdutores ou Sensores, Diodos, Transistores Bipolares, Transistores unijunção (TUJ), Transistores de efeito de campo (FET), e os semicondutores da família dos Tíretores (SCR, GTO, TRIAC, SUS, SBS e DIAC).

A construção dos projetos mecatrônicos realizados pelos alunos, sob a orientação do professor, tiveram início no 4º bimestre; no entanto, os projetos foram distribuídos no 1º bimestre para que os alunos se familiarizassem com o material utilizado, sua construção e funcionamento.

Nos projetos foram abordados conteúdos referentes ao Movimento, Termodinâmica e Eletromagnetismo. Paralelamente à construção dos projetos mecatrônicos foram introduzidas noções básicas de programação na linguagem LOGO.

Propôs-se para os alunos a apresentação dos trabalhos numa feira de ciências organizada pela direção do colégio, na primeira semana de dezembro.

As avaliações de aprendizagem realizaram-se ao final de cada bimestre. A tabela 1 apresenta o cronograma das ações da implementação do projeto na escola.

Tabela 1 - Cronograma das ações da implementação do projeto

Ano: 2009	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
Componentes eletrônicos		X	X	X	X	X	X	X	X			
Material multimídias		X	X	X	X	X	X					
Linguagens de programação										X	X	
Projetos mecatrônicos										X	X	
Feira de ciências												X
Avaliação de aprendizagem				X			X		X		X	

5. RESULTADOS

Conforme previsto no cronograma, as ações de implementação do projeto tiveram início nas turmas do terceiro ano do Ensino Médio, a partir dos conteúdos básicos de eletrônica. O objetivo foi mostrar para os alunos os componentes eletrônicos e suas funções, através de aulas teóricas e apresentação de um experimento, construído pelo professor, para cada componente eletrônico, além de discutir os conceitos físicos envolvidos nos experimentos.

Durante a apresentação dos experimentos sobre os componentes eletrônicos foi possível detectar um total desconhecimento dos alunos sobre os materiais usados nos aparelhos eletro-eletrônicos.

Esse desconhecimento deve-se ao fato da maioria dos livros didáticos mencionarem somente os resistores e os capacitores, e mesmo assim não fazem a ligação desses componentes com a maioria dos aparelhos eletro-eletrônicos.

Acredita-se, assim, que essa falha nos livros didáticos seja parcialmente responsável pela inibição de muitos professores em trabalhar com a eletrônica nas aulas de Física.

Os experimentos sobre eletrônica trouxeram além de muitos questionamentos por parte dos alunos, sugestões e idéias para utilização dos experimentos com a finalidade de discutir alguns conceitos físicos, como por exemplo, a possibilidade, durante o experimento com os geradores de alta tensão, de comentar sobre ondas

eletromagnéticas, campo elétrico, alguns fenômenos relacionados com a eletrostática, e até a equação de Planck ($E=h.f$) devido a cor da faísca emitida pelos aparelhos de alta tensão.

Aspecto que merece considerar é o fato de que, além da aplicação dos conteúdos propostos no capítulo 1, da unidade temática, o professor tem que vencer o conteúdo programático relativo ao 3º ano do ensino médio, aplicar provas e recuperação.

Por essa razão, os conteúdos referentes ao capítulo 2 da unidade temática, foram deixados para o 4º bimestre, embora os projetos correspondentes aos experimentos de mecatrônica já tivessem sido distribuídos para os grupos de alunos no começo do 1º bimestre.

A implementação do projeto foi acompanhada pelos cursistas do GTR (grupo de trabalho em rede), curso ofertado pela SEED, para professores da rede pública do Paraná, os quais fizeram uma observação a respeito da pequena carga horária (duas a três aulas semanais, dependendo do núcleo onde o professor leciona), insuficiente para o professor desenvolver a proposta nas suas aulas de Física.

Para realizar as atividades propostas no projeto, sem prejuízo dos conteúdos programáticos devido a carga horária, foi sugerido pelos colegas cursistas do GTR, que os conteúdos referente ao capítulo 1 da unidade temática (eletrônica básica), fossem ensinados no 1º e 2º ano do ensino médio, e o 2º capítulo onde trata dos projetos mecatrônicos e da linguagem LOGO, fossem ensinados no 3º ano do ensino médio.

Os projetos mecatrônicos desenvolvidos pelos alunos foram: O parafuso de Arquimedes acionado pelo computador; Elevador com parada automática; Elevador com parada automática controlado pelo computador; Veículo acionado pela luz; Braço hidráulico; Cabeça animatrônica com movimentação dos olhos, cabeça, sobancelhas, e boca. A boca acionada pelo som produzido por um rádio ou microfone.

Relevante considerar que as atividades experimentais que envolvem a Mecatrônica e a eletrônica instiga e motiva o aluno, que passa a ter uma participação mais ativa no processo de aprendizagem; o professor fica mais motivado e as suas aulas mais interessantes.

O aumento do interesse provocado pela atividade experimental leva os alunos a refletir e discutir em grupos, ou com o professor, as implicações e possíveis explicações do que estão observando.

Sendo assim, é necessário proporcionar aos alunos esse tempo para reflexão e discussão. Dessa forma o aprendizado se torna mais significativo e instrumentaliza-se o aluno para desenvolver o seu raciocínio quanto ao conteúdo exposto pelo professor. Infelizmente esse 'tempo', está cada vez mais escasso nas nossas escolas.

6. CONCLUSÃO

Este artigo apresentou uma proposta pedagógica multidisciplinar de se trabalhar a disciplina de Física através de conceitos básicos da Mecatrônica. A abordagem se mostrou capaz de oferecer ao aluno uma visão sistêmica da engenharia mecatrônica, abrangendo informática (através da programação), mecânica (através da experiência com o uso de diferentes tipos de transmissão, engrenagens, e etc.) e uma introdução à elétrica (através da experimentação e acionamento dos sensores de luz e contato).

Outras características de destaque são: a) reduzido custo de implantação, quando comparado a laboratórios de robótica tradicionais; b) mudança de paradigma na metodologia de ensino, com aprendizado baseado na experimentação; c) estímulo ao emprego da criatividade nas soluções.

Uma comparação destas características com as apresentadas por Rosário (2005) mostra que esta abordagem atende aos requisitos de ensino e aprendizagem significativo da disciplina, conforme postulado nas Diretrizes Curriculares do Estado do Paraná.

O desenvolvimento do presente projeto mostrou, assim, uma ampliação das possibilidades do trabalho em sala de aula, pois a motivação durante seu desenvolvimento foi uma constante. Isso vem demonstrar as possibilidades de um ensino que troca matérias teóricas, sem atração e atrativos, pela dedicação ao 'excitante' trabalho com os projetos mecatrônicos.

A experiência mostrou assim, amplas possibilidades ao processo de ensino e aprendizagem, o que se constitui um alento, já que o grande desafio dos professores de Física tem sido o de relacionar os conteúdos de sala de aula com situações

encontradas no cotidiano dos alunos e mostrar a eles a importância e a utilidade dos conteúdos aprendidos, ou seja, que os conceitos físicos estão intimamente ligados ao desenvolvimento tecnológico, e a partir deles é possível explicar o funcionamento dos equipamentos eletro-eletrônicos presentes no seu cotidiano.

Para vencer esse desafio, evidencia-se a importância de se inserir as tecnologias na sala de aula a partir de projetos pedagógicos em que os alunos possam ter uma participação mais ativa no processo de aprendizagem.

Dessa forma, será possível despertar nos alunos o interesse pela Física; tornar as aulas mais dinâmicas e interessantes. Formando nos alunos uma consciência científica.

Acredita-se que, dessa forma, a Mecatrônica possa contribuir para que as tecnologias sejam inseridas no ambiente escolar, e assim integrar os alunos mais facilmente ao mundo real no qual estão inseridos.

Relevante assinalar ainda que, além de promover o crescimento do aluno no aspecto do conhecimento, esta abordagem apresentou significativos avanços na capacidade de motivar, sociabilizar e integrar o indivíduo. A motivação dos alunos foi alta em todas as etapas do projeto, o que se traduz na qualidade dos trabalhos desenvolvidos.

No que se refere à sociabilização, o aluno é estimulado em sua capacidade de desenvolver um projeto em grupo, no modo de se relacionar com os seus sucessos e insucessos pessoais e no estímulo à sua visão crítica quanto ao seu trabalho.

Aos aspectos já discutidos cabe acrescentar ainda alguns pontos positivos e negativos apurados junto aos alunos. Entre os pontos positivos destaca-se: a) experiência inesquecível; b) experiência no mundo real; c) aprendizado na prática; d) aprendizado de habilidades para apresentação de produtos.

Os pontos negativos apontados foram: a) a dificuldade de se trabalhar o programa *Logo*, pois o sistema *Linux*, dos computadores da escola, não é compatível com esse *software*; b) em função da problemática acima, o número de computadores disponíveis para serem utilizados no projeto, em certos momentos mostrou-se insuficiente; c) algumas soluções demandam a compra de alguns componentes eletrônicos, não encontrados no município, o que forçou algumas viagens ao município vizinho, encarecendo, assim, a implementação do projeto.

A partir da análise dos resultados obtidos verificou-se que o nível de conhecimento adquirido pelos alunos foi além dos conceitos com os quais iniciaram o projeto. O desenvolvimento do projeto possibilitou a apropriação de conceitos de diversas áreas do conhecimento como: matemática (confecção das peças); física (eletricidade, mecânica, componentes eletrônicos).

Por fim, cabe dizer que se espera que os resultados apresentados com o desenvolvimento desse projeto incentivem os professores para desenvolverem novos projetos na área da educação tecnológica onde a Mecatrônica seja introduzida como ferramenta na aprendizagem dos conteúdos de Física.

REFERÊNCIAS

ADAMOWSKI, J.C. FURUKAVA, C.M. Uma abordagem voltada à Automação Industrial”. Rev. **Mecatrônica Atual**. Nº1. São Paulo, Outubro-Novembro/2001.

ALVES FILHO M. Pesquisadores o mundo da mecatrônica a alunos de escolas públicas. **Portal Unicamp**. Edição 223 . 4/10ago/2003. Disponível em <http://www.unicamp.br>.

BONADIMAN, H; NONENMACHER, S. E. B. O gostar e o aprender no ensino de Física: uma proposta metodológica. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v.24, n.2, p.194-223, ago. 2007.

COELHO, S. M.; NUNES, A. D.; WIEHE, L. C. N. et al. Formação continuada de professores numa visão construtivista: Contextos didáticos, estratégias e formas de aprendizagem no ensino experimental de Física. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v.25, n.1, p.7-34, abr. 2008.

GADOTTI, M. Perspectivas Atuais da Educação, **São Paulo em Perspectiva**, 14 (2) São Paulo, 2000.

GUALTER & ANDRÉ; **Física** – Volume Único, Editora Saraiva, 1996.

MIYAGI, P.E. e VILLANI, E. Mecatrônica como Solução de Automação. **Rev. ciên. Exatas**, Taubaté, v.n.1-2, p,53-59, 2003/2004.

PARANÁ. **Diretrizes Curriculares Estaduais – Física**. Curitiba, SEED, 2007.

RIBEIRO, L. A. **Sistematização do projeto preliminar de peças plásticas injetadas e submetidas à falha por fadiga**. Dissertação. Mestrado em Mecatrônica. Universidade Federal da Bahia – UFBA, Salvador, 2007.

ROSÁRIO, J. M. **Princípios de mecatrônica**. São Paulo: Pearson, 2005.

_____. **Automação industrial**. São Paulo: Baraúna, 2009.

STELLA, S. F.; CHOIT, S. Y. O não uso do laboratório de Física nas escolas de ensino médio da cidade de Dourados. **Revista Eletrônica de Ciências da Educação**, Campo Largo, v.5, n.1, mar. 2006, disponível em: <http://www.facecla.com.br/revistas/rece/rece-num5.html>, acesso em: 20 de ago. 2009.

THOMAZ, M. F. A experimentação e a formação de professores de ciências: uma reflexão. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, Florianópolis, v.17, n.3, p.360-369, dez. 2000.

PERIÓDICOS CONSULTADOS

Revista Mecatrônica Fácil; Editora saber Ltda, Nº 1, Outubro - Novembro/2001. p. 9 – 17.

Revista Mecatrônica Fácil, Editora Saber Ltda nº 2, Janeiro/2002, p. 20 – 23; p. 39; p.61.

Revista Mecatrônica Fácil, Editora Saber Ltda nº 3, Março/2002, p. 55 – 63.

Revista Mecatrônica Fácil, Editora Saber Ltda, nº 10, Maio – Junho/2003, p.16 -19.

Revista Mecatrônica Fácil, Editora Saber Ltda, nº14, Janeiro – Fevereiro/2004, p. 59 – 61.

Revista Mecatrônica Fácil, Editora Saber Ltda, nº 25, Novembro – Dezembro/2005, p. 30 – 35.

Revista Mecatrônica Fácil, Editora Saber Ltda, nº34, Maio – Junho/2007, p. 8 – 10; p. 16 – 17.

Revista Mecatrônica Atual; Editora Saber Ltda, nº 1, Outubro – Novembro/2001, p. 8 – 11.

Revista Eletrônica Total; Editora Saber Ltda , nº 18, Março/1990, p. 3 – 8.

Revista Eletrônica Total, Editora Saber Ltda, nº24, Setembro/1990, p. 49 – 58.

Be a Bá da Eletrônica; Editora Abril S/A, nº2, Janeiro/ 1983, p. 4 – 36.

Be a Bá da Eletrônica, Editora Abril S/A, nº3, Fevereiro/1983, p. 10 – 25.

Be a Bá da Eletrônica, Editora Abril S/A, nº4, Março/1983, p. 20 – 23; p. 34 – 38.

Be-a-Bá da Eletrônica, Editora Abril S/A, nº6, Maio/1983, p. 5 – 17.

Be-a-Bá da Eletrônica, Editora Abril S/A. nº9, Agosto/1983, p. 3 – 12; p. 21 – 27; p. 32 – 36.

Be-a-Bá da Eletrônica, Editora Abril S/A, nº10, Setembro/1983, p. 3 – 10.
Curso Prático de Eletrônica; Editora Saber Ltda, Vol 1, 1993, p. 16 – 39; p. 70 – 83;
p. 93.

SITES CONSULTADOS

EPU. Escola Politécnica Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia Mecatrônica e de Sistemas Mecânicos. <http://pmr.poli.usp.br.euniversidade.com.br>. Acessado em 30/08/2009.

(NIED/ UNICAMP. Núcleo de Informática Aplicada à Educação da Universidade Estadual de Campinas). <http://www.nied.unicamp.br>. Acessado em 20/07/2008.

WIKIPEDIA. [http://pt.wikipedia.org/wiki/Mecatrônica](http://pt.wikipedia.org/wiki/Mecatr%C3%B4nica), acessado em 30/08/2009.