

Robótica Livre: Implementação de um Ambiente Dinâmico de Robótica Pedagógica com Soluções Tecnológicas Livres no Cet CEFET em Itabirito - Minas Gerais – Brasil

Danilo Rodrigues César¹, Maria Helena Silveira Bonilla¹

¹Grupo de Pesquisa em Educação Comunicação e Tecnologias – GEC
Faculdade de Educação - Universidade Federal da Bahia (UFBA)
Avenida Reitor Miguel Calmon s/n - Campus Canela
40.110 100 - Salvador - Bahia – Brasil

danielorcesar@gmail.com, bonilla@ufba.br

Abstract. *This work involves the implementation of a dynamic environment of Pedagogic Robotic with free technologic solutions in the Public School CET CEFET in Itabirito - Minas Gerais - Brazil, that has a computer lab which uses only free software since september 2004. The objective is to present a construction, with teachers and students participation, in a dynamic environment of learning through a Robotic Project, using free softwares and applications and reusing materials and eletronic components of obsolets or inutilized equipments.*

Resumo. *Este trabalho enfoca a implementação de um ambiente dinâmico de Robótica Pedagógica com soluções tecnológicas livres no CET CEFET em Itabirito - Minas Gerais - Brasil, que possui um laboratório de informática totalmente com software livre desde setembro de 2004. O objetivo é o de apresentar a construção, com a participação de professores e alunos, de um ambiente dinâmico de aprendizagem através de um Projeto de Robótica, utilizando-se softwares e aplicativos livres e reaproveitando materiais e componentes eletrônicos de equipamentos obsoletos ou inutilizados.*

1 Introdução

Robótica é a ciência dos sistemas que interagem com o mundo real com ou sem intervenção dos humanos. Ela está em expansão e é considerada multidisciplinar, pois nela é aplicado o conhecimento de microeletrônica (peças eletrônicas do robô), engenharia mecânica (projeto de peças mecânicas do robô), física cinemática (movimento do robô), matemática (operações quantitativas), inteligência artificial (operação com proposições) e outras ciências. Essas características tornam a Robótica um interessante campo a ser explorado no âmbito da educação, uma vez que seus projetos oportunizam situações de aprendizagem pela resolução de problemas, que podem ser simples ou complexos; possibilitam o rompimento com a perspectiva fragmentada e compartimentalizada do currículo escolar, ao trazer para a discussão temas que transversalizam diferentes áreas do conhecimento; requerem a colaboração entre os sujeitos envolvidos nos projetos e possibilitam a construção e experimentação de modelos. O ambiente de aprendizagem onde professores e alunos planejam, discutem e executam montagem, automação e controle de dispositivos mecânicos que podem ser controlados pelo computador é denominado de *Robótica Pedagógica ou Robótica Educacional*.

Apesar dessas características, atualmente a robótica na educação vem sendo praticada centrada basicamente no “treinamento” dos educandos através da utilização de

kits comerciais, ou seja, do uso de softwares e principalmente de hardwares proprietários, adquiridos comercialmente, para o controle e acionamento de dispositivos eletromecânicos. Praticar esse modelo implica na incorporação do elevado custo dos kits nos projetos, tornando-os inviáveis para a realidade da maioria das escolas brasileiras, sobretudo aquelas da rede pública. Além disso, o uso dos kits comerciais, normalmente, impõe, para educador e educandos, transparência nos processos envolvidos, limitando-os ao produto (software e hardware) adquirido e às soluções indicadas nos manuais.

Nesse contexto é que se apresenta a proposta de construção de um ambiente dinâmico de aprendizagem, utilizando tecnologias livres, como uma solução viável de *Robótica Pedagógica* para as escolas municipais, estaduais e federais.

2 Construção de um Ambiente Dinâmico de Aprendizagem

Para Marques (1995, p. 15), “o homem se pode definir como ser que aprende. Não surge ele feito ou pré-programado de vez. Sua existência não é por inteiro dada ou fixa; ele a constrói a partir de imensa gama de possibilidades em aberto”. É para dar conta dessa gama de possibilidades em aberto que buscamos diferentes referenciais que irão dar sustentação à organização de ambientes dinâmicos de aprendizagem.

Um desses referenciais é a teoria construtivista de Jean Piaget, segundo a qual o indivíduo constrói e produz o conhecimento através da interação com o ambiente em que ele vive, sendo nessa interação que ocorre o desenvolvimento das aprendizagens (FREITAS, 2001). Seymour Papert (1985) utiliza as idéias de Piaget para fundamentar os processos de aprendizagem que ocorrem na relação dos sujeitos com as tecnologias. Para este autor, a construção do conhecimento se dá quando o indivíduo, através do fazer, constrói objetos de seu interesse, seja o relato de uma experiência ou o desenvolvimento de um programa para computador, liberando suas potencialidades criativas, de formulação de hipóteses e de testagem de soluções.

A construção de ambientes dinâmicos de aprendizagem também se baseia na teoria sócio-interacionista de Vigotsky, que aponta a cooperação como fator destacado para a promoção da aprendizagem (LUCENA, 1997). A colaboração também ganha destaque em referenciais mais contemporâneos, oriundos dos estudos da cibercultura (LÉVY, 1999; LEMOS, 2004). Dias (2000, p.157) aponta os ambientes colaborativos como extremamente poderosos para a realização das aprendizagens e para a construção do conhecimento, uma vez que se constituem a partir de elementos e sujeitos diferentes, o que dá ao sistema, ao mesmo tempo, uma unidade e uma multiplicidade, sem a possibilidade de transformar o múltiplo em um, nem o um em múltiplo.

Outro conceito oriundo dos estudos da cibercultura, e que fundamentam a organização de ambientes dinâmicos de aprendizagem, é o de simulação (COUCHOT, 1993; TENÓRIO, 1998), fortemente articulado à construção de modelos, à liberação da criatividade, formulação de hipóteses e testagem de solução, e que vem revolucionando a forma de conceber e aprender conceitos científicos, uma vez que boa parte da ciência de ponta, de fronteira, está embasada, cada vez mais, na simulação, mais do que no experimento em si.

Ainda da cibercultura, buscamos o conceito de interatividade, o qual, segundo Silva (1998, p. 29), implica “disposição ou predisposição para mais interação, para uma hiper-interação, para bidirecionalidade - fusão emissão-recepção -, para participação e intervenção”. Não é apenas um ato, uma ação, e sim um processo, inclusive instável, uma abertura para mais e mais comunicação, mais e mais trocas, mais e mais participação.

Assim, o uso de tecnologias digitais em ambientes dinâmicos de aprendizagem pode propiciar o desenvolvimento de atividades de criação e interatividade, onde os educandos se mostrem participativos, criando, projetando, planejando, montando e

tomando posse de seus projetos, de forma colaborativa. Esta situação peculiar dá aos educandos uma identificação com o projeto de aprendizagem.

Neste projeto, busca-se a construção de um modelo de ambiente dinâmico de aprendizagem com uso de soluções livres, utilizando recursos tecnológicos, e também se apropriando de conceitos de produção e desenvolvimento de idéias, modelos e conhecimentos, o que vai além do mero consumo de informações e soluções produzidas em contextos externos à escola.

3 Projeto de Robótica Livre

O projeto ROBOTICA LIVRE é inspirado integralmente na licença GNU General Public License (Licença Pública Geral – GPL)¹, ainda que o projeto se estruture muito além do software. Ele foi implementado na escola técnica CET- CEFET em Itabirito – MG, vinculado às atividades curriculares dos alunos, desde setembro de 2004, e conta todo semestre com o envolvimento de aproximadamente 5 professores e 25 alunos do 4º módulo de ensino técnico do curso noturno de informática industrial, na modalidade de concomitância externa e pós-médio, onde os educandos desde o 1º módulo trabalham com software livre nas disciplinas técnicas do curso.

Este projeto se sustenta nos seguintes elementos: interface de hardware livre (IHL), sistemas e aplicativos em software livre (SASL) e dispositivos eletrônicos a serem comandados (DEC).

3.1 IHL - Interface de Hardware Livre

Foi disponibilizado um projeto funcional de interface de hardware livre para controle dos dispositivos a serem comandados, baseado nos princípios do *copyleft*, entendido como “um método legal de tornar um programa em software livre e exigir que todas as versões modificadas e estendidas do programa também sejam software livre” (LICENÇAS, online), ou seja, deixar copiar.

A interface denominada IHL é responsável pela comunicação entre o software de controle e os dispositivos eletrônicos a serem comandados. Possui características de baixo custo e facilidade de montagem, já que quase todos os componentes eletrônicos são encontrados em equipamentos obsoletos ou inutilizados de informática ou eletrônica. Componentes mais difíceis de serem encontrados nos equipamentos descartados podem ser comprados em lojas de eletrônica. A IHL possui 4 entradas e 8 saídas para controlar dispositivos eletrônicos. A partir do projeto da IHL, os educandos, em grupos, constroem suas próprias IHL.

3.2 SASL - Sistemas e Aplicativos em Software Livre

Sistema Operacional: está sendo utilizado o Sistema Operacional GNU/LINUX Libertas, software base desenvolvido pela Prodabel (Empresa de Informática e Informação do Município de Belo Horizonte) para atender às Escolas Municipais de Belo Horizonte e o setor público.

Software de controle da IHL: os próprios educandos escolhem qual o software livre que será usado como linguagem de programação (Ex.: SuperLogo, Shell Script, C++, Java ...) para controle dos dispositivos eletrônicos ligados na IHL.

O sistema operacional Libertas foi customizado para que os alunos pudessem escolher qual a linguagem de programação mais adequada a ser utilizada para o controle da IHL. De acordo com o perfil de cada aluno, que frequentam a disciplina Linguagem de

1 “É a designação da licença para software livre idealizada por Richard Stallman no final da década de 1980, no âmbito do projeto GNU da Free Software Foundation” - Disponível em: <http://pt.wikipedia.org/wiki/GNU_General_Public_License>. Acesso em: 22 fev. 2007.

Programação desde o primeiro módulo, eles acabam tendo afinidade com uma determinada linguagem de programação. Os trabalhos dos grupos, considerados nesta análise, utilizaram a linguagem de programação Shell Script para controle da **IHL**.

3.3 DEC - Dispositivos Eletrônicos a serem Comandados

Atualmente existe uma situação de descarte de equipamentos obsoletos ou inutilizados que não justificam sua manutenção. Tais equipamentos costumam conter dispositivos eletromecânicos, como motores e sensores, além de materiais que podem ajudar o educando na montagem de seus projetos de controle do **DEC**, como eixos, roldanas, engrenagens, fiações, bornes de ligação, resistores, transistores, reguladores de tensão, etc. Estes dispositivos e materiais podem ser reaproveitados. Esta possibilidade não se limita a equipamentos de informática. Aparelhos eletrônicos em geral, máquinas fotográficas e brinquedos fora de uso, podem ser também aproveitados integralmente ou em parte no projeto de controle do **DEC**.

4 Aplicação do Ambiente Dinâmico de Aprendizagem através de um Projeto de Robótica

O projeto **ROBÓTICA LIVRE** prevê as seguintes etapas: *Sensibilização* – Constituir o grupo de professores e alunos em torno das propostas pedagógicas do projeto. Professores e alunos são companheiros nessas atividades, sujeitos que assumem dinamicamente o papel de autor dos projetos e dos processos; *Temas Geradores* – Demonstração do funcionamento e das possibilidades de uso da tecnologia da robótica, como elemento integrador do projeto, em torno do qual se estruturam as atividades propostas; *Capacitação* – Aprendizagem específica num nível suficiente para entendimento do funcionamento dos dispositivos e recursos (**IHL**, **DEC** e **SASL**) dos seguintes conteúdos: informática; eletricidade e eletrônica; lógica binária; linguagem de programação: Shell script e Logo; montagem de circuito impresso; noções de dispositivos eletromecânicos: Motores e sensores; construção e reaproveitamento de materiais: Roldanas, engrenagens, eixos; noções de projeto; *Experimentações de controle do DEC* – Utilizando modelos de **DEC** construídos e testados anteriormente pelo propositor do curso, o grupo visualiza de forma concreta o controle dos **DEC** através da robótica. Nesta etapa, os educandos aprendem a montagem dos **DEC** e dos circuitos demandados (**IHL**, fiação, ligação da fonte de alimentação ...) utilizando a **IHL** e **DEC** disponibilizados; *Planejamento dos projetos de controle do DEC* – Organização do grupo em pequenos subgrupos, denominados equipes. Cada equipe apresenta e discute com o grupo seu projeto específico, do qual constam o nome, descrição, diagrama de montagem, planilha de materiais a serem utilizados e o esboço de um cronograma inicial; *Montagem da IHL* - No primeiro momento o propositor do curso indica em quais equipamentos obsoletos ou inutilizados podem ser encontrados os componentes para a montagem da **IHL**. A partir desta engrenagem propulsora, o propositor instiga alunos e professores a pesquisarem outras fontes alternativas de equipamentos, para extraírem os componentes necessários para a montagem da **IHL**; *Montagem dos projetos de controle do DEC* – Nesta etapa o propositor do curso indica quais equipamentos costumam conter dispositivos eletromecânicos, como motores e sensores, além de materiais que ajudarão o educando na montagem de seus projetos de controle do **DEC**, como eixos, roldanas, engrenagens, fiações, bornes de ligação, resistores, etc. Vale lembrar que esta possibilidade não se limita a equipamentos de informática e o propositor instiga os educandos a procurarem outras fontes alternativas; *Avaliação* – A avaliação é cíclica, ou seja, o tempo todo devem ser avaliadas as atividades, o projeto desenvolvido, os processos envolvidos e o produto final na **ROBÓTICA LIVRE**.

5 Resultados

No segundo semestre de 2005, os alunos organizaram-se em grupos, cada um composto por 1 professor e 5 alunos, que montaram 5 Interfaces de Hardware Livre utilizando-se da maior parte de componentes eletrônicos vindos de equipamentos obsoletos e inutilizados. Foi através destas interfaces que os grupos se apoiaram para a montagem dos projetos de controle do DEC.

Nesse período, esses grupos desenvolveram e construíram projetos (PROJETOS, online) para apresentação na I Semana de Ciência & Tecnologia do CEFET-MG (CEFET-MG, online), todos eles utilizando o sistema operacional GNU/Linux Libertas, a interface livre (IHL) e o software livre kommander para gerar os códigos fontes (FONTES, online). Os projetos foram:

- *Projeto Ronux*: O projeto escolhido pela equipe foi a montagem de robô manipulador que se movimenta em plano cartesiano (XY), através de comandos que são elaborados em um programa com linguagem de software livre, desenvolvendo atividades programadas. A montagem foi feita com material reciclável fornecido pela escola (CET- CEFET Itabirito MG). Material para a montagem do robô manipulador: Motor de passo de Impressora, placa de PVC, eixos de impressoras, esteiras de impressora, madeira, transistores, relês, leds ..., 100% dos componentes materiais foi sem custo. O CEFET de Belo Horizonte - MG, também está construindo um robô manipulador baseado no Projeto Ronux para o laboratório de linguagem e cognição (Figura 1). Nomes dos códigos fontes: `tabuleiro.kmdr` e `winograd.kmdr`;

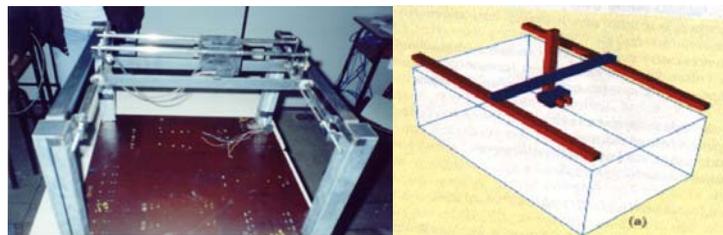


Figura 1. Protótipo do robô manipulador – Ronux.

- *Projeto Árvore de Natal*: Esse projeto foi desenvolvido com o objetivo de diversificar a iluminação de uma árvore de natal com diversos ritmos. Material utilizado: Placa auxiliar (led´s auxiliares) e fibra ótica para iluminação (Figura 2). Nome do código fonte: `controlador_de_pisca_pisca.kmdr`;



Figura 2. Árvore de Natal montada com o pisca-pisca.

- *Projeto Elevador*: Montagem de um “elevador” controlado pela porta paralela. Este projeto foi incentivado pela dificuldade encontrada em conciliar a programação e automação industrial, utilizada nas empresas atualmente. Os alunos colocaram em prática os conhecimentos adquiridos no curso e reutilizaram as sucatas encontradas nos laboratórios, construindo uma maquete de elevador para provar que era possível aprender e avançar tecnologicamente utilizando materiais que geralmente não são reutilizados (Figura 3). Lista de material utilizado: 1 motor retirado de sucata de toca fita (doadado pela escola), madeira, 2 Relés 5V NA/NF (Doados pela escola), 1 fonte de alimentação (desenvolvido no semestre passado na disciplina Eletrônica Geral), 3 sensores “ampolas” (red-switches), 1 interface de hardware livre (IHL), fios (doados pela escola), 2 diodos 1N 4148 (doados pela escola), 2 resistores de 46 Ohms. Nome do código fonte: Elevador.kmdr;



Figura 3. Elevador construído com material de sucata.

- *Projeto Fechadura Eletrônica*: Este projeto teve como objetivo o acionamento de portas, portões, fechaduras elétricas através de uma senha digitada em um teclado telefônico. Após digitar a senha no teclado telefônico, e havendo confirmação da mesma pelo software desenvolvido pelos alunos, pulsos elétricos seriam enviados para abrir, neste protótipo, uma fechadura elétrica. A interface de hardware livre teve que ser modificada para o projeto (Figura 4). Materiais utilizados: A porta utilizada no projeto foi patrocinada, tendo a madeira como sua matéria prima, o teclado foi retirado de um aparelho de telefone que se encontrava inutilizado, a fechadura foi comprada, os componentes para a IHL foram comprados pela escola, os fios retirados de material obsoleto, 2 relês de 12V, 2 Led's, 2 resistores de carvão de 1K, 2 diodos 1N4148, 1 circuito integrado 74LS151. Nome do código fonte: conversor_novo.kmdr;

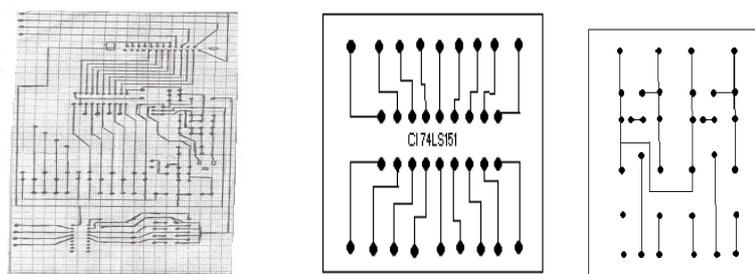


Figura 4. IHL modificada e circuitos criados para acionar a fechadura.

- *Projeto IPA*: Construção de um aparelho Identificador de Presença de Água (IPA) para facilitar o controle e o monitoramento em filtros, caixas d'água e equipamentos que possuam entrada/saída de água, onde os níveis de enchimento/esvaziamento são verificados através da porta paralela do computador (Figura 5). Materiais retirados da sucata: led's de sinalização, resistores, transistores BC 548 e BC 558, placa de fenolite - retirada de um proto-board em desuso, fios, fonte de alimentação de 12v, eletroválvula, vasilhame e mangueira. Nome do código fonte: IPA.kmdr;



Figura 5. Circuito de controle e Protótipo do IPA em funcionamento

Este modelo de ambiente de ensino-aprendizagem recebeu do Instituto Telemar de Educação o Prêmio Telemar de Inclusão Digital (PRÊMIO, online) no valor de R\$7.500,00 - Dezembro de 2004.

6 Conclusão

Desde o início do projeto está sendo proposto uma solução colaborativa e solidária, características próprias da comunidade de Software Livre. Foi observado que os educandos aprendem com o desafio de dominar os recursos da Robótica a construir seu próprio projeto, articulando diversos conteúdos, como matemática, química, física, biologia, entre outras, trabalhando ativamente com seu objeto de interesse, agregando conteúdos escolares com práticas reais/concretas. Esta prática é coerente com os princípios construtivistas de Piaget sobre o desenvolvimento cognitivo, com a teoria sócio-interacionista de Vigotsky e com os conceitos próprios da cibercultura. A participação ativa do educando na construção e controle de seus objetos de desejo faz com que o mesmo se sinta parte do processo e do meio em que vive, ampliando seus conhecimentos através das relações horizontais que se estabelecem no grupo. Além disso, eles praticam uma postura mais ecológica, percebendo que elementos/componentes tidos como lixo podem ser fonte de recursos nos processos de desenvolvimento de novos produtos. É importante ressaltar que os conceitos da GPL são praticados, ou seja, todos os envolvidos compartilham trabalho, informação e conhecimento, contribuindo para o capital intelectual de todo o grupo, além de desmistificarem a falácia de que soluções de baixo custo são soluções de baixa qualidade ou inviáveis. O “Produto” passa a ter importância a partir do “Processo” como um todo, instigando a criação de opiniões e o desenvolvimento do pensamento reflexivo, crítico e criativo.

7 Referências:

CEFET-MG. **Semana de Ciência & Tecnologia**. Disponível em: <<http://www.cefetmg.br/semanact>>. Acesso em: 22 fev. 2007.

COUCHOT, Edmond. Da representação à simulação: evolução das técnicas e das artes da figuração. In: PARENTE, André; (org.). **Imagem-máquina: a era das tecnologias do virtual**. Rio de Janeiro: Ed.34, 1993. p. 37-48.

DIAS, Paulo. Hipertexto, hipermedia e media do conhecimento: representaçãodistribuída e aprendizagens flexíveis e colaborativas na Web. **Revista Portuguesa de Educação**, Braga, v. 13, n. 1, 2000. p. 141-167.

FONTES. **Robótica Livre Códigos Fontes**. Disponível em: <http://libertas.pbh.gov.br/~daniло.cesar/robotica_livre/projetos_alunos_Kommander/fontes_projetos_kommander/>. Acesso em: 22 fev. 2007.

FREITAS, Wilmar F.. **Utilização de Tecnologia de Groupware no Desenvolvimento de Recursos Humanos: Uma análise comparativa entre dinâmicas disjuntas no ambiente de trabalho da Prefeitura de Belo Horizonte**. Dissertação de Mestrado, Escola de Governo da Fundação João Pinheiro, 2001.

LEMONS, André. **Cibercultura: Tecnologia e Vida Social na Cultura Contemporânea**. Porto Alegre: Editora Sulina, 2004.

LÉVY, Pierre. **Cibercultura**. São Paulo: Editora 34, 1999.

LICENÇAS. **Licenses GNU**. Disponível em: <<http://www.gnu.org/licenses/licenses.pt.html>>. Acesso em: 20 fev. 2007.

LUCENA, Marisa. **Um modelo de Escola Aberta na Internet: Kidlink no Brasil**. Rio de Janeiro. Ed. Brasport. 1997.

MARQUES, Mario Osorio. **A aprendizagem na mediação social do aprendido e da docência**. Ijuí: Ed. Unijuí, 1995.

PAPERT, Seymour. **LOGO: Computadores e Educação**. São Paulo: Editora Brasiliense, 1985.

PRÊMIO. **Prêmio Telemar de Inclusão Digital**. Disponível em: <<http://www.institutotelemar.org.br>>. Acesso em: 22 fev. 2007.

PROJETOS. **Robótica Livre Projetos**. Disponível em: <http://libertas.pbh.gov.br/~daniло.cesar/robotica_livre/projetos_alunos_Kommander/>. Acesso em: 22 fev. 2007.

SILVA, Marco. Que é interatividade. **Boletim técnico do Senac**, Rio de Janeiro, v. 24, n. 2, maio/ago. 1998. p. 27-35.

TENÓRIO, Robinson Moreira. **Cérebros e computadores: a complementaridade analógico-digital na informática e na educação**. São Paulo: Escrituras, 1998. 214 p. (Série Ensaios Transversais).