

SISTEMA PROGRAMÁVEL PARA AULAS DE FÍSICA - SPAF

Vanildo Silva Meira¹, Manoel Eusébio de Lima², Alex Sandro Gomes³

Resumo. Este trabalho apresenta uma proposta de desenvolvimento de uma plataforma hardware/software (hw/sw) reconfigurável, para aquisição e processamento de dados em aulas práticas de Física. Pesquisas têm demonstrado que simulações por computador facilitam enormemente o aprendizado de Física, no entanto, tais sistemas, na sua maioria, representam um alto de custo de investimento. Este projeto propõe portanto, uma plataforma reconfigurável de baixo custo, que sirva de interface para diversos experimentos da Física. A arquitetura da plataforma proposta baseia-se em um sistema microprogramado, composto por um microcontrolador, um dispositivo reconfigurável FPGA (Field Programmable Gate Array), memória, interfaces, assim como, bibliotecas de componentes de software e hardware (cores) customizados de acordo com os diferentes experimentos do usuário.

Palavras Chaves: Ambientes Interativos de Aprendizagem, Ensino de Ciências, hardware/software codesign, FPGA.

INTRODUÇÃO

A melhoria da qualidade da maioria dos produtos e serviços oferecidos pelos diversos setores da sociedade moderna tem sido atribuída à entrada em cena de um ator coadjuvante: o computador. Da medicina à educação ele tem mostrado ser uma ferramenta extremamente útil. Na educação, por exemplo, o computador tem sido de grande valia no processo ensino-aprendizagem, não somente na construção, como também na disseminação do conhecimento. Por outro lado, há muito tempo, pesquisadores investigam o mecanismo de compreensão dos conceitos como os da Física pelos estudantes e como estes conceitos podem se repassados através de equipamentos como este. Temas como a eletricidade, ótica, termodinâmica e cinemática, por exemplo, têm apresentado grandes dificuldades de compreensão por parte destes alunos. Observa-se também que em áreas de ensino como a Física, muitas vezes, o custo dos equipamentos e acessórios para cada nova experiência é elevado, e que nem sempre apresentam a funcionalidade e flexibilidade desejadas. Novas tecnologias no entanto, podem permitir a um custo mais baixo, a fácil adaptação de novos acessórios e geração de interfaces mais rapidamente, sem a necessidade de aquisição ou modificação substancial da plataforma existente.

Paradigmas de projeto, como o hardware/software codesign, com dispositivos de hardware reconfiguráveis, podem ser extremamente úteis para este tipo de problema devido à facilidade de adaptação, não só no que diz respeito

às rotinas de software, como também na adaptação de componentes de hardware para interfaceamento de acessórios, displays, sensores, etc.

Este trabalho propõe portanto, um modelo de uma plataforma para prototipação rápida para experimentos de física fundamentada no paradigma hardware/software codesign.

A seção 2 discute as dificuldades dos estudantes na compreensão de conteúdos da Física. Na seção 3 são analisadas estratégias didáticas para superar essas dificuldades através do uso de recursos computacionais. A seção 4 descreve alguns sistemas comerciais usados no ensino de Física. A seção 5 expõe o modelo proposto neste trabalho e a sexta seção apresenta algumas conclusões acerca do desenvolvimento que foi realizado.

AS DIFICULDADES DOS ESTUDANTES

Observa-se de um modo geral que os estudantes têm dificuldade em explicar principalmente os fenômenos que estão à sua volta como a queda dos corpos, o movimento de objetos, a luz, a eletricidade, os estados da matéria, etc. Muitos estudantes tendem a associar uma força com a velocidade de um objeto e não a sua aceleração. Não faltam aqueles que pensam que a gravidade terrestre só atua em objetos em queda. De onde viria tal dificuldade? Poderíamos imaginar que para um observador a 'olhos nus' é muito mais fácil supor que o sol gira em torno da terra do que o contrário. Trowbridge e McDermot[1] pesquisaram a compreensão de conceitos elementares como a velocidade de um objeto em uma dimensão e perceberam que muitos estudantes confundem velocidade com a posição do objeto.

Atualmente no ensino da Física, surge uma preocupação muito grande com relação às concepções pré-existentes dos alunos sobre determinados conceitos, concepções estas que atrapalham ou impedem a compreensão dos conceitos verdadeiros. Zylbersztajn[2] em seu trabalho mostra que durante muitos anos as idéias incorretas dos alunos ficaram conhecidas como 'misconceptions' ou 'misunderstandings', ou seja, concepções errôneas ou desconhecimento do assunto. Hoje, nota-se uma tendência entre os pesquisadores em usar expressões com uma conotação negativa menos acentuada: 'alternative frameworks', 'alternative conceptions', 'children's science' e 'concepções espontâneas'. Estas noções originam-se tanto através da experiência direta com o mundo físico, como também através de experiências indiretas com o mesmo, isto é, mediada pela interação social e lingüística com o círculo familiar, comunidade e meios de comunicação. Pesquisas têm demonstrado que estas concepções, na forma de expectativas, crenças, princípios intuitivos e significados atribuídos a palavras cobrem uma

¹Vanildo Meira Silva, Departamento de Química e Exatas – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB), CEP 45200-000 – Jequié – BA – Brasil

²Manoel Eusebio de Lima, Centro de Informática – Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), Caixa Postal 7851 – CEP – 50732-970 – Recife – PE – Brasil

³Alex Sandro Gomes, Centro de Informática – Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), Caixa Postal 7851 – CEP – 50732-970 – Recife – PE – Brasil

vasta gama dos conceitos que fazem parte dos currículos de disciplinas científicas. É igualmente verdadeiro que, para muitos, algumas destas noções são fortemente incorporadas à sua estrutura cognitiva, tornando-se resistente à instrução. Tradicionalmente, professores e pesquisadores devotaram pouca atenção à existência de tais noções, considerando-as simplesmente como erros que seriam facilmente corrigidos. Por isso, problemas relativos ao ensino de Física tem sido mais comumente ligados ao uso de técnicas matemáticas e menos às dificuldades de nível conceitual. Apenas mais recentemente pesquisadores em Ensino de Ciências parecem ter se dado conta das implicações educacionais decorrentes do fato de que alunos constroem concepções a respeito da realidade que os cercam. Concepções estas que lhes proporcionam uma compreensão pessoal desta realidade, influenciando na maneira pela qual estes alunos aprendem (ou deixam de aprender) os conceitos que lhes são ensinados. A crescente quantidade de estudos demonstrando a ocorrência de concepções espontâneas relativas a vários tópicos permitem aos pesquisadores na área afirmar que:

'Na realidade há um confronto entre a física ensinada (oficial) e a espontânea e sem dúvida o objetivo do ensino é a aprendizagem da oficial; este confronto muitas vezes se realiza de forma pouco harmoniosa e seu resultado não é uma visão conceitual coerente e rica, mas a superposição e justaposição de conceitos de diferentes origens e alcance, que prejudicam qualquer pretensão de aprofundamento teórico do aluno' [3].

Aceitando-se este ponto de vista, coloca-se então a questão prática sobre que implicações para o ensino poderiam daí se derivar. Uma conclusão a que poderíamos chegar é que:

'... não é produtivo ignorar a bagagem cultural do aluno e todo o conjunto de noções espontâneas que ele carrega ao se deparar com o ensino formal na escola. Se não se cuidar adequadamente da física espontânea dos alunos sobrarão duas estruturas superpostas, entre as quais os alunos escolherão uma dependendo do contexto; em geral quando o problema envolver muitos elementos formais usarão a aprendizagem formal; quando o problema envolver elementos do dia-a-dia e com características bem figurativas ou capazes de estimular a percepção, usarão o esquema espontâneo' [3].

As pesquisas sugerem também que a instrução convencional é ineficaz para tratar com certas concepções errôneas. As concepções alternativas dos estudantes de velocidade e de aceleração, por exemplo, são considerados não serem facilmente afetadas pelos tradicionais métodos instrutivos. Transformar idéias e/ou corrigir defeitos do conhecimento dos estudantes na física é além do alcance dos métodos tradicionais de ensino porque tendem a ignorar a possibilidade de que a percepção dos estudantes é possivelmente diferente daquela do professor.

COMO SUPERAR AS DIFICULDADES

O alvo principal de uma metodologia construtivista alternativa de ensino deve então ser o desenvolvimento de

circunstâncias tais que facilitam o engajamento ativo dos estudantes na compreensão do aprendizado funcional da Física. Além disso, tal metodologia deve permitir aos estudantes aplicar eficazmente conceitos e princípios físicos em novas situações. É aí que as simulações de computador se encaixam como uma luva. Thornton e Sokoloff mostram em seus estudos [4] que ferramentas de *laboratório baseados em microcomputadores* (MBL) em tempo real são fundamentais para a solidificação dos conceitos básicos da cinemática. Uma das ferramentas discutidas é chamada de *MOTION DETECTOR* (Detector de Movimento), ela é composta por um conjunto de hardware e software específicos e é usada para a medição, exibição e gravação da posição, velocidade e aceleração de um objeto. Através das ferramentas de laboratório, os estudantes são ativamente envolvidos na sua aprendizagem. Eles são estimulados a fazer prognósticos (esboços) do movimento dos objetos, discutir com os demais alunos em grupo e a estabelecer suas próprias conclusões. Durante três anos, Thornton e Sokoloff, pesquisaram e estudaram se as ferramentas de computador efetivamente auxiliam no ensino da cinemática. A avaliação dos alunos consistiu na aplicação de um teste antes da aplicação das ferramentas no ensino e num teste posterior às mesmas. Estes testes eram compostos por questões de múltipla escolha e outros onde os alunos deveriam escrever as suas respostas e desenharem gráficos. Após o trabalho, concluíram que existem fortes evidências que o aprendizado assistido pelas ferramentas de computador tanto facilitam a compressão bem como a retenção dos conceitos da cinemática. Dentre os pontos positivos encontrados destacam-se: *Foco nos fenômenos reais* – Os estudantes aprendem os conceitos pela investigação dos fenômenos reais em comparação à simbologia e abstrações do ensino tradicional; *Feedback imediatamente disponível* – Os experimentos são fundamentais para entendimento dos conceitos básicos e ajudam na compreensão de conceitos mais abstratos. É uma característica importante das simulações em computador; *Engajamento dos estudantes* – Eles são estimulados a se engajar efetivamente nas experiências, a expressar suas opiniões e discutir suas expectativas de resultados. Este processo é considerado como um poderoso auxílio na aprendizagem dos estudantes; *Ferramentas poderosas reduzem trabalhos desnecessários* – Experiências que consomem muito tempo ou que acontecem muito rápido, experiências caras ou de difícil execução podem ser reproduzidas em computador. Os estudantes concentram-se apenas nos detalhes essenciais das experiências; *Compreensão de assuntos específicos e familiares antes de passar ao geral e abstrato* – O ambiente educacional guia os estudantes a entender do mais simples ao mais complexo. O nível de dificuldade pode ser controlado facilitando a abstração das leis físicas, de fenômenos complexos e processos reais.

Outra pesquisa feita na Grécia por Jimoyiannis e Komis investiga os efeitos de simulações de computador na compreensão dos estudantes dos conceitos cinemáticos [5]. As questões da pesquisa são: Quais as principais dificuldades enfrentadas por estudantes ao aplicar os conceitos de velocidade e de aceleração em movimentos simples no campo gravitacional? Quais são os efeitos do uso

das simulações nas concepções alternativas dos estudantes? O uso das simulações ajuda desenvolver modelos científicos?

Participaram da pesquisa 90 estudantes do 1º ano do curso secundário do colégio Lyceum, na Grécia, com idade entre 15-16 anos. A maioria deles tinha experiência em computador. Os estudantes foram divididos em dois grupos, controle e experimental, o primeiro com 60 estudantes e o segundo com 30. A pesquisa ocorreu cinco meses depois que os estudantes tinham recebido o ensino dos conceitos básicos de cinemática (velocidade e aceleração, movimento linear, movimentos simples da trajetória como queda livre e o lançamento vertical e horizontal no campo gravitacional da terra). Aos estudantes do grupo experimental foram oferecidas duas lições em computador de 1h no laboratório. Ao grupo de controle foi ministrado apenas o ensino tradicional. Pediu-se a todos os estudantes para responder algumas tarefas (T1a, T1b, T2a, T2b, T3a e T3b) envolvendo velocidade e aceleração de objetos em queda livre. A Figura 1 mostra a comparação apenas das respostas corretas dos estudantes em ambos os grupos.

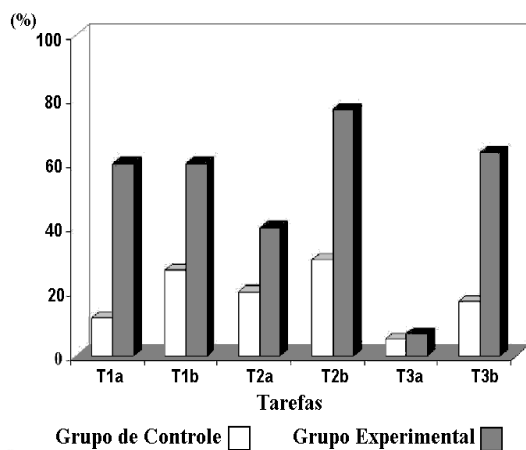


FIGURA 1.
RESPOSTA DOS ALUNOS

A análise estatística indica que há diferenças significativas de aprendizagem entre os dois grupos. De imediato ela sugere que os ambientes educacionais baseados em simulações ajudam a estudantes a superar seus constrangimentos cognitivos e as concepções errôneas sobre a trajetória. Observamos que em todas as perguntas a maior quantidade de acertos pertence ao grupo experimental. Somente em uma questão houve um certo equilíbrio. Uma análise mais profunda envolvendo todas as respostas dos alunos indica que há diferenças significativas na concepção dos estudantes a respeito dos conceitos de velocidade e de aceleração, dependendo se estiveram engajados nas tarefas que exigem o uso de representações estroboscópicas ('câmara lenta') da física interativa ou não. De um ponto de vista qualitativo, a escala dos tipos de respostas dos estudantes é similar para ambos os grupos indica concepções alternativas do mesmo tipo, mas é diferente quanto as suas frequências. Entre as concepções alternativas mais frequentes está a confusão entre velocidade e aceleração. Os estudantes no grupo experimental exibiram taxas

significativamente melhoradas dos acertos. A hipótese sobre o papel de simulações de computador no ensino da física é confirmada fortemente com a análise da correlação múltipla entre os grupos. Isto indica que os ambientes educacionais baseados em simulações ajudam a estudantes a superar seus confinamentos cognitivos e refinar suas concepções alternativas sobre os conceitos básicos da cinemática.

SISTEMAS PARA AULAS DE FÍSICA

Existe uma grande variedade de sistemas comerciais que podem ser usados para aulas práticas de Física. A revista Pierron Science publicada na França, exibe Kits para aulas, como por exemplo, o Kit Expert mostrado na figura 2.

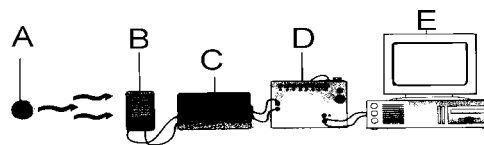


FIGURA 2.
COMPONENTES DO KIT EXPERT

Kits como este podem ser usados em diversas experiências, com recursos para conexão de instrumentos para captação de dados (B), condicionadores de sinais (C), conversores analógico/digital (D), todos, em geral, conectados a um microcomputador (E). Este computador por sua vez, através de softwares específicos processa os dados e os exibe na forma de gráficos, tabelas ou relatórios. Os acessórios para um conjunto de experimentos em termodinâmica, acústica, ótica e mecânica, inclusive com os componentes de softwares, sem considerar o custo do microcomputador, ficam um pouco acima de US\$ 3,200.00 (três mil e duzentos dólares).

Empresas como a National Instruments também produzem kits (incluindo componentes e softwares) que podem ser úteis em aulas de Física, ou em sistemas reais, em automação industrial, porém seus preços estão acima de US\$ 3.000.00 (três mil dólares).

Existem outros kits com aplicação específica, cujo objetivo é desenvolver o raciocínio e a criatividade através de experiências na área de mecânica, através da construção de máquinas simples. Em geral estes sistemas apresentam um custo menor quando comparado com os anteriores, cerca de US\$ 160.00 (cento e sessenta dólares), entretanto suas aplicações são bastante restritas.

O SISTEMA SPAF

A figura 3 mostra o esboço do Sistema Programável para aulas práticas de Física (SPAF) proposto neste trabalho. O KIT (C) é baseado em uma plataforma reconfigurável, ou seja, poderá ser programado e reprogramado via microcomputador (A) para executar uma série de experimentos com diferentes interfaces (D), dentre os quais destacamos: mecânica, termodinâmica, acústica, etc., permitindo a demonstração e análise dos resultados.

Um banco de dados (B) com *cores (módulos de software/ desenvolvidos para cada tipo de experiência)* e funções especiais juntamente com uma interface gráfica permitirão um gerenciamento amigável das experiências a serem realizadas em laboratório. Os pontos mais importantes deste sistema são a versatilidade e o baixo custo deste equipamento quando comparado àqueles apresentados no item 4. A previsão do preço kit envolvendo apenas a plataforma básica reconfigurável é em torno de US\$200.00 (duzentos dólares).

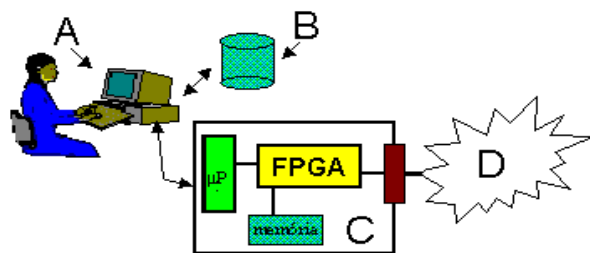


FIGURA 3.
ESBOÇO DO SISTEMA SPAF

O sistema SPAF utiliza como plataforma de desenvolvimento de sistemas a plataforma *Chameleon* [6]-[9], desenvolvida no Centro de Informática da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE). Esta plataforma é direcionada para projetos baseados na metodologia Hw/Sw co-design. Seus componentes básicos são um microcontrolador (processador), um FPGA e dois bancos de memória (RAM e EPROM). A comunicação com o microcomputador (Host) é feita através de uma porta serial, como mostra a figura 4.

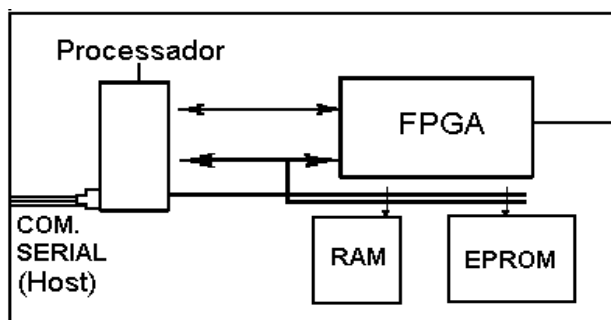


FIGURA 4.
COMPONENTES BÁSICOS DA PLATAFORMA SPAF

A arquitetura do Chameleon compreende uma placa de prototipação e ferramentas de CAD que ajudam no desenvolvimento e testes de sistemas digitais. A placa básica de prototipação é composta por componentes de software e de hardware que compartilham de uma memória comum e de canais de comunicação. Os processos do software são executados em um microprocessador da família compatível 8051, que pode, inclusive, executar processos em tempo real através do sistema operacional do tempo real de Keil Inc. [10]. Os processos de hardware serão implementados em um único componente FPGA, o XC4000 da empresa Xilinx [11]. Um barramento de dados 8-bits e um barramento de endereço 16-bits favorecem a troca de

dados entre o processador, o FPGA e os bancos de memória. Uma interface de comunicação paralela assíncrona e bidirecional está também disponível para gerenciar os sinais de controle e dados comuns entre os componentes de hardware/software.

Um dos elementos chaves desta plataforma é a utilização de componentes de hardware reconfiguráveis, como o FPGA XC4000, o qual permite fácil geração de novas interfaces através de programação em software, para acoplamento de novos periféricos sem mudança ou adição de novo hardware.

SISTEMAS RECONFIGURÁVEIS

Em sistemas de computação tradicional existem dois métodos clássicos para a execução de algoritmos. O primeiro é a utilização de circuitos integrados de aplicação específica (ASIC), que em geral, são específicos para uma única tarefa, são mais rápidos, mais exigem um alto custo de produção e não permitem mudança de sua funcionalidade. Um novo projeto, de um novo ASIC teria que ser feito para uma nova aplicação.

Solução baseada em software, por sua vez, apresenta vantagens, tais como flexibilidade, e baixo custo na implementação de funções complexas. No entanto, esta solução é limitada na exploração de paralelismo e aplicação de alta velocidade. Processos em software são implementados em dispositivos como microprocessadores e microcontroladores.

Computação Reconfigurável (CR) pretende preencher este espaço existente entre hardware e software, permitindo alcançar potencialmente muito mais performance que os componentes de software, mantendo um alto nível de flexibilidade em relação aos dispositivos de hardware (ASICs).

Arquiteturas reconfiguráveis têm sido desenvolvidas e aplicadas em uma série de áreas de ensino e pesquisa, além de produtos em processamento de imagens, biotecnologia, telecomunicações, controle, etc. Podemos entender um sistema reconfigurável [12]-[13] com aquele que atende às seguintes especificações: capacidade de implementar novas funções de hardware; executar novas operações de forma mais eficiente que os processadores de uso geral (computadores comuns); alterar sua arquitetura de acordo com novas necessidades, inclusive em tempo de execução, o que depende do tipo de dispositivo utilizado.

Dentre as vantagens presentes nos sistemas reconfiguráveis estão a geração rápida de protótipos de sistemas digitais, fácil adaptação de novas interfaces sem mudanças de componentes, desenvolvimento de projetos em alto-nível abstração.

Este tipo de arquitetura permite uma abstração maior da tecnologia na qual será implementada o sistema do usuário, desde que tudo pode ser desenvolvido em software através de ferramentas de CAD (Computer Aided Design). Estes sistemas permitem ainda que sistemas completos possam ser desenvolvidos e emulados remotamente via internet. Dentre dispositivos desta classe podemos citar os FPGAs, um

dos dispositivos utilizadas na plataforma de desenvolvimento apresentada neste trabalho.

DISPOSITIVOS LÓGICOS RECONFIGURÁVEIS

O FPGA[13], como o próprio nome sugere, *conjunto de portas lógicas programáveis em campo*, é um componente que visa agilizar o desenvolvimento de sistemas digitais pela facilidade de confecção dos mesmos. Introduzidos pela Xilinx em 1985, atualmente possui uma vasta variedade de modelos e fabricantes. De uma maneira geral, a estrutura básica de um FPGA é composta por uma matriz bidimensional de blocos Lógicos, os quais podem implementar funções combinacionais e seqüenciais. Estes blocos lógicos, comumente chamados de CLBs (Configurable Logic Blocs) são interconectados através de canais de roteamento. Estes dispositivos possuem alta densidade de integração, VLSI (*Very Large Scale Integration*), podendo implementar funções lógicas com mais de 6 milhões de gates, integrando em único chip, núcleos (*cores*) de cpus, memória, barramentos, interfaces especiais, etc.. Estes circuitos podem ainda ser mapeados de maneira estática, na qual, a toda nova aplicação necessita-se de uma re-inicialização do chip através de um *reset*, ou de maneira dinâmica, através dos Gate Arrays Dinamicamente Reconfiguráveis (DPGAs), no qual os processos podem ser mapeados dinamicamente no chip sem a necessidade de *reset* (*reconfiguração on-the-fly*). Estas características, fazem com que FPGAs se apresente como uma solução interessante para prototipação rápida de sistemas digitais, os quais podem ser modificados constantemente de acordo com a complexidade do problema a ser resolvido, tipo de interface, velocidade de processamento, etc., com a e flexibilidade de sistemas de software.

METODOLOGIA DO PROJETO DE EXECUÇÃO DE EXPERIÊNCIAS

O sistema SPAF permite que diferentes experiências possam ser desenvolvidas e armazenadas em um banco de dados pelo usuário e facilmente plugadas ao sistema quando requeridas, em função de sua aplicação. Uma das principais características do sistema é a fácil reprogramabilidade do FPGA, ou seja, a mudança de sua funcionalidade (permuta de experiências). Isto é garantido através de arquivos de configuração gravados em sua memória. Os componentes de software bem como os arquivos de configuração podem ser armazenados no host ou na própria na plataforma, dependendo do tipo de aplicação requerida. Como pode ser observado na figura 5, um conjunto de *cores* (componentes A, B e C) de experiências estariam disponíveis em uma base de dados acessíveis através de um sistema que gerencia a configuração e reconfiguração do FPGA e dos componentes de software do microcontrolador.

O microcontrolador da placa é o responsável pela programação e reprogramação do sistema e pela comunicação com o host. O ambiente para desenvolvimento

de componentes de software é o Keil e os módulos desenvolvidos em C. O sistema para o desenvolvimento do módulos de hardware é o sistema Xilinx Foundation[14] e os módulos descritos em VHDL[15]. Após a geração dos respectivos cores ou códigos executável do microcontrolador e de configuração do FPGA, com suas respectivas interfaces, de acordo com cada aplicação, estes arquivos são armazenados no banco de dados das experiências. Cores ou núcleos de interfaces podem ser re-usados por outras experiências ou aplicações.

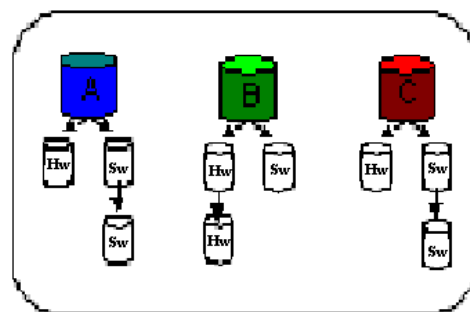


FIGURA 5.
CORES EM BANCO DE DADOS

Quando requisitados, de acordo com a experiência a ser implementada, estes arquivos são devidamente carregados pelo host à placa de prototipação através de um link serial.

A figura 6 mostra o fluxo de compilação e síntese destes componentes.

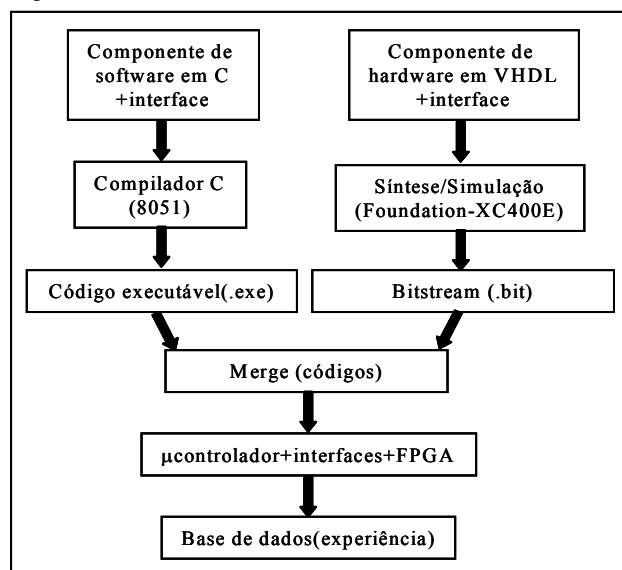


FIGURA 6.
FLUXOGRAMA DA GERAÇÃO DE CÓDIGO

Um programa monitor residente na placa prototipação é responsável pelo recebimento e armazenamento deste código na memória RAM presente na placa. Como mencionado anteriormente, um banco EPROM armazena um programa monitor responsável pela inicialização do sistema e controle dos programas de aplicação do usuário. Após a carga completa dos componentes de hardware e software, o monitor configura adequadamente o FPGA e executa a partição de software em RAM.

March 16 - 19, 2003, São Paulo, BRAZIL

A figura 7 mostra o esboço do sistema para tipos diferentes de experiências. Observe que todo o sistema deve ser previamente especificado e verificado antes da implementação na plataforma.

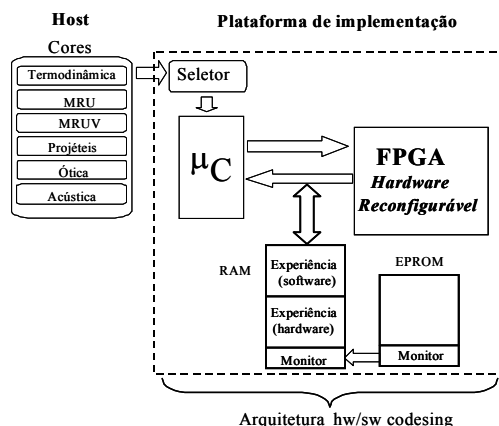


FIGURA 7.
INSERÇÃO DE EXPERIÊNCIAS

Dependendo do tipo experimento, diferentes cores de hardware podem ser substituídos ao longo de sua execução controlados por rotinas em software que podem reconfigurar no tempo diferentes interfaces ou módulos em hardware.

GERAÇÃO DE INTERFACES

A plataforma SPAF permite a conexão de diferentes módulos de hardware para a implementação de diferentes experiências de Física. Através de uma interface gráfica, o usuário pode, a nível de especificação do sistema, definir qual e onde determinada interface deve ser colocada e qual o seu driver apropriado. *Cores* de drivers de hardware, para conversores A/D e display LCD foram desenvolvidos. O driver A/D permite que um conversor compatível AD628, possa ser facilmente conectado ao sistema via FPGA, permitindo que sinais analógicos possam ser convertidos e tratados adequadamente de acordo com a experiência do usuário. Um *core* de LCD, modelo L2000, foi também desenvolvido e permite que leituras das experiências possam ser localmente visualizadas na placa de prototipação. Além dos *cores* que são implementados como componentes virtuais em hardware específicos, o modelo permite também que outros componentes de processamento rápido como FFTs, convolução, etc, possam também ser implementadas como *cores* de hardware. Os componentes de software podem ser usados como elementos que controlam parte do experimento, ou rotinas que implementem equações, funções especiais, etc., e que não requeiram alta performance.

Além das interfaces em componentes hw/sw na plataforma e demais interfaces especiais, uma interface gráfica permite fácil aquisição de dados, geração de gráficos, impressão, estatística, etc.

CONCLUSÕES

Este artigo descreve o desenvolvimento de um sistema reconfigurável de coleta, análise e apresentação de dados para o ensino de Física. Embora o computador tenha demonstrado ser uma ferramenta de grande importância no

processo ensino/aprendizagem em diversas áreas do conhecimento humano, sua utilização na resolução de problemas deve ser feita de maneira criteriosa, de modo que o aluno possa correlacionar o prático e o teórico no decorrer do experimento. Não é o simples fato de resolver um problema, mas o modo como é resolvido. Deve-se destacar que o processo de condução das experiências por computador pode levar a dois extremos: Estimular o estudo quando a experiência pode ser detalhada de modo que haja uma participação do aluno na condução do processo, ou seja, ele é um agente ativo, por um outro lado, desestimular o aluno quando o processo é absolutamente mecânico, apenas digitação e obtenção dos resultados, tornando-o um agente passivo.

O objetivo deste projeto é desenvolver uma plataforma 'amigável', ou seja, que não exija nenhum pré-requisito em programação de computadores, mas que ao mesmo tempo necessite de uma participação ativa do aluno na condução, observação e obtenção dos resultados das experiências. Dentre os objetivos educacionais destacamos: *Desenvolvimento do Raciocínio Lógico* – Estimular o raciocínio lógico dos alunos à medida em que eles comparam os resultados obtidos nas experiências conduzidas com o auxílio do computador e com os resultados obtidos sem auxílio do computador, podendo então constatar efeitos na prática, muitas vezes desprezado; *Interdisciplinaridade* – Estabelecer um paralelo entre o prático (concreto) e o teórico (abstrato), bem como estudar conceitos de diversas áreas como: Informática, Matemática, Física (Eletricidade, Mecânica, Ótica), etc. e as relações entre elas; *Estímulo ao Planejamento* – Ao planejar a realização de uma experiência ele se prepara para estudar os resultados ao mesmo tempo que aprende aspectos relacionados à organização e disciplina; *Pesquisa* – Os resultados obtidos podem levar o aluno a questionamentos que só poderão ser elucidados com o seu empenho em pesquisar sobre o assunto em questão; *Criatividade* – Estimular o aluno a imaginar novas experiências, bem como a concepção de novos mecanismos de aquisição e manipulação de dados, que poderiam inclusive contar com o reaproveitamento de materiais, logicamente, sob a supervisão do professor.

Uma metodologia e uma plataforma de ensino está em desenvolvimento. A plataforma Chameleon baseada em uma arquitetura hw/sw codesign mostrou ser apropriada para este tipo de projeto, devido a sua flexibilidade, simplicidade de operação, facilidade de implementação de novos projetos e um custo acessível. O protótipo até aqui desenvolvido tem mostrado ser promissor e motivador na realização e implementação de experimentos de física.

Agradecimentos

À CAPES pela bolsa que permitiu a realização deste trabalho, à UESB, minha instituição de origem, aos professores do Centro de Informática e aos colegas do Mestrado que colaboraram na realização deste trabalho.

Referências Bibliográficas

- [1] Trowbridge, David E.; McDermot, Lillian C., "Investigation of student understanding of the concept of velocity in one dimension", *American Journal of Physics*, Vol 48, N° 12, dezembro de 1980.
- [2] Zylbersztajn, Adren, "Concepções espontâneas em Física: Exemplos em Dinâmica e implicações para o ensino", UFRN, 1985.
- [3] Villani, A.,Pacc, J.L.A., Kishiname, R.Y., Hosoume, Y. "Analisando o ensino de Física: contribuições de pesquisas com enfoques diferentes", *Revista do Ensino de Física*, p.4, 1982.
- [4] Thornton, Ronald K.; Sokoloff, David R., "Learning motion concepts using real-time microcomputer-based laboratory tools", *American Journal of Physics*, Vol 58, N° 9, setembro de 1990.
- [5] Jimoyiannis, Athanassios; Komis, Vassilis, "Computer Simulations in physics teaching and learning: a case study on students' understanding of trajectory motion", *COMPUTERS & EDUCATION*, Ed. 36 ano 2001.
- [6] Lima, M. E.; D. S. Silva; D. G. Ramalho; A. V. Burgos, "Chameleon-I: A Rapid Prototyping Multi-FPGA Platform for PISH Codesign System", *SBMicro2000 - XV International Conference on Microelectronics and Packaging*, pp. 86-91.
- [7] Lima, M. E.; S. Cavalcante; C. Araújo; H. Saraiva, "Chameleon: A Prototyping Platform for Digital System Design", *XIII SBMicro – International Conference on Microelectronics and Packaging (ICMP'98)*, pp. 71-77.
- [8] Araújo, C. C.; Silva, D. S. Silva; E. Barros; M. E De Lima; P. Maciel, "Co-Synthesis and Prototyping Supporting the Design of Reconfigurable Systems", *CORE2000: Reconfigurable Computing – Experiences and Perspectives*, São Paulo-Brazil, pp.54-67.
- [9] Araújo, C.C.; E. Barros,"A approach for Interface Generation in the PISH Codesign System", *Proceedings of SBCCI99*, Brazil.
- [10] Keil Software Inc. Professional Development Kit Manuals, 1997.
- [11] Xilinx, The Programmable Logic Data Book, 1997.
- [12] Arostegui, J. M. M.; Jacobi, R.; Qutero, C., H. L. "Un Proyecto de Investigación sobre Síntesis Lógica y Arquitecturas Reconfigurables" *CORE2000*: p. 16. Marília SP, Fundação de Ensino Eurípedes Soares da Rocha (FEESR), 2000.
- [13] Hauck, S., "The holes of FPGAs in reprogrammable systems", *Proceedings of IEEE*, vol. 86, No 4, pp 615-638.
- [14] Xilinx Company - <http://www.xilinx.com> - Application Notes.
- [15] Pellerin, D., Taylor, D., "VHDL MadeEasy!", Prentice Hall PTR, 1997.