



EXPLORANDO O LABORATÓRIO VIRTUAL DE ENSINO DE CIÊNCIAS EXATAS COM O AUXÍLIO DE MODELOS CONCRETOS E AMBIENTES COMPUTACIONAIS

Tecnologias da Informação e Comunicação e Educação Matemática – GT 06

Rodrigo César Fonseca da SILVA
Universidade Estadual da Paraíba - UEPB
r.c.fonseca@uepb.edu.br

Roger Ruben Huaman HUANCA
Universidade Estadual da Paraíba - UEPB
roger@uepb.edu.br

Paulo Weber Pinheiro da SILVA
Universidade Estadual da Paraíba - UEPB
pauloweber1910@hotmail.com

Lincomberg Martins
Universidade Estadual da Paraíba - UEPB
netosume123@hotmail.com

RESUMO

Esse trabalho faz parte das atividades desenvolvidas em Ambiente Computacional no Laboratório Virtual de Ensino de Ciências Exatas da UEPB, Campus Monteiro, que envolvem as disciplinas de Física e Matemática. A utilização dos recursos didáticos como softwares e modelos concretos no ensino da Física e da Matemática está, cada vez mais, ocupando uma posição de destaque nas instituições de ensino superior a fim de evidenciar as contribuições da visualização para o ensino. Dessa forma esta pesquisa tem como principais objetivos explorar as interações entre os diferentes tipos de registros de representação com auxílio dos ambientes computacionais Maple, Geogebra, Modellus e Labfit; e softwares de captura de movimento Tracker e Camspace além dos modelos concretos. Utilizaremos como referencial teórico duas teorias da didática francesa: Teoria da Instrumentação e a noção de Registros de Representações Semióticas, propostas por Rabardel (1995) e Duval (2003), respectivamente.

Palavras-chave: Laboratório Virtual de Ensino. Cálculo Diferencial e Geometria Analítica. Teoria da Instrumentação. Registros de Representações Semióticas.

Introdução

É cada vez mais crescente no Brasil a preocupação com Educação em Ciências e é possível verificar inúmeras discussões e iniciativas positivas em se fazer uso de tecnologias educacionais nesse contexto. Além disso, as reflexões em torno dos temas mídias e tecnologias da educação vêm sendo aprofundadas há muito tempo, dada a constatação de sua influência na formação do indivíduo contemporâneo. Elas surgem, principalmente, da necessidade de adequação do processo educacional diante do avanço tecnológico dos processos de informação e comunicação.

Atualmente, a terminologia “tecnologia” está para um sinônimo de ferramentas, recursos ou máquinas utilizadas no cotidiano das pessoas tais como: computadores, câmeras, celulares, tablets e etc. Porém, a gênese desse termo é muito mais remota, podendo ser relacionado ao uso sistemático de qualquer forma de conhecimento organizado. Sendo assim, apresentaremos uma proposta de trabalho sobre alguns temas relacionados à Educação em Ciências focando a importância e a necessidade da formação da consciência científica para o exercício pleno da cidadania.

Nesse sentido, realizamos uma exploração da Física e da Matemática utilizando os recursos tecnológicos variados em torno dos nossos objetos de estudos. Trabalhamos com a formação inicial e continuada de professores do Ensino Básico e Superior da região do Cariri Paraibano, buscando introduzir novas tecnologias e técnicas originais de transmissão de conteúdo programático com o intuito de mostrar um paralelo entre as duas Ciências fundamentais. Dentre os temas estudados temos o Cálculo Diferencial, onde pudemos introduzir dois fantásticos softwares de álgebra computacional. Trabalhamos também com Geometria Analítica, onde exploramos as cônicas, restringimo-nos apenas as parábolas, elipses e hipérboles (cônicas não degeneradas). Quanto às superfícies atentamo-nos apenas as superfícies esféricas, cilíndricas, cônicas e de rotação com o uso do cálculo diferencial.

Para o desenvolvimento desta pesquisa utilizamos duas teorias da didática francesa, sendo elas a Noção dos Registros de Representações Semióticas, proposta por Duval (2003), e a Teoria da Instrumentação, por Rabardel (1995), além das TICs como referências. A primeira foi introduzida em estudos de funcionamento do pensamento (psicologia da aprendizagem). Essa abordagem é importante, pois ela nos permite relacionar o que chamamos de representação geométrica e representação algébrica de

um objeto. Ela constitui, também, instrumento importante para interpretar esses tipos de representações e as interações entre elas. Quanto à Teoria da Instrumentação, esta considera a dimensão instrumental da aprendizagem. Ela se faz necessária por utilizarmos os ambientes computacionais Maple, Geogebra, Modellus e Labfit; e os softwares de captura de movimento Tracker e Camspace além dos modelos concretos como instrumentos em nossos estudos. A seguir apresentaremos a fundamentação teórica da nossa pesquisa.

As Tecnologias da Informação e Comunicação (TICs)

As TICs por parte dos professores em práticas inovadoras no ensino de Física e Matemática estão cada vez mais crescentes, pois sua presença na educação requer das instituições e dos professores novas posturas frente ao processo de ensino e de aprendizagem, especificamente em Ciências Exatas.

Dessa forma, a questão do uso das TICs, particularmente no ensino da Física e da Matemática, ocupa posição central e, por isso, é importante refletir sobre as mudanças educacionais provocadas pelas mesmas, propondo novas práticas docentes e buscando proporcionar experiências de aprendizagens significativas para os alunos, principalmente aquelas em que os alunos participam ativamente da construção de seu próprio conhecimento, como sujeitos autônomos e com autonomia intelectual.

Desse cenário, surge a questão norteadora para a escrita desse trabalho: como as TICs têm influenciado a formação do professor, com vistas à melhoria da qualidade do ensino de Física e de Matemática na educação básica e Superior?

Trata-se de um questionamento muito pertinente quando refletimos sobre a nossa própria realidade, sobre a nossa própria formação e sobre o desenvolvimento de todo o nosso trabalho feito até então. É neste sentido que nós teremos a oportunidade de conduzir a nossa formação a um nível de profissionalização mais condizente com os desafios que nós encontraremos na realidade da escola pública brasileira.

O uso das TICs no ensino de Física e de Matemática na educação superior básica tem promovido melhorias significativas para o aprendizado dos alunos, na medida em que apreendem toda a formalidade e a rigidez de regras e fórmulas, presentes no ensino de Física e da Matemática, fazendo com que o conteúdo desperte novas interpretações.

Nesse cenário, como asseveram Borba e Penteadó (2001), o acesso à tecnologia da informática deve ser encarado como um direito, de modo que os educandos precisam de uma “alfabetização tecnológica” mínima, entendida como um processo de aquisição de capacidades cognitivas específicas para os diversos ambientes. Enquanto esta alfabetização não se torna regra, professores que se preocupam com tal questão devem buscar fazer sua parte, apresentando formas alternativas de ensino através do uso da tecnologia. A informática já está presente em todos os campos, incluindo a educação, e os professores devem fazer dela sua aliada.

Teoria da Instrumentação

Essa teoria é, segundo Henriques et al. (2007, p.53), procedente de trabalhos em ergonomia cognitiva, e refere-se à aprendizagem da utilização de ferramentas tecnológicas. A principal ideia é de que um artefato não pode ser considerado de imediato como um instrumento eficaz e prático. Essa construção do artefato para instrumento chama-se de gênese instrumental que se refere ao fato de o sujeito dar significados ao instrumento e resolver problemas com uso do mesmo.

A transformação de artefatos em instrumentos aparece como resultado de um processo complexo que coloca, simultaneamente em jogo, o sujeito com as suas competências cognitivas, o artefato, com suas características próprias e o objeto para o qual a ação é dirigida. Esses três elementos em destaque possuem algumas relações importantes mostradas na figura 1. Em nosso trabalho, consideramos o Sujeito S como sendo estudantes do Ensino Básico, Licenciandos em Física e Matemática e profissionais da rede de Ensino Médio do Cariri Paraibano, o Instrumento I como sendo o ambiente computacional, assim como o modelo concreto e o Objeto O são as cônicas e superfícies, na Geometria Analítica; Sólidos e Superfícies de Revolução que são estudados no Cálculo Diferencial para ser aplicado na Física. Para análise de atividades instrumentais, delineando as relações entre o Sujeito, o Objeto e o Instrumento, utilizamos o modelo SAI - Situação de Atividades Instrumentais, proposto Rabardel (1995) e Verillon (1996).



Figura 1: modelo SAI

A integração de softwares educativos, assim como a manipulação direta através de um modelo concreto às atividades matemáticas, conduz à construção de esquemas de utilização mais ou menos adaptados e mais ou menos eficazes. De acordo com Rabardel, os esquemas são multifuncionais e dividem-se em três categorias:

- Esquemas de uso;
- Esquemas de ação instrumental;
- Esquemas de atividades coletivas instrumentais.

Em nossa pesquisa utilizamos apenas os esquemas de uso e de ação em que, resumidamente, o sujeito conhece as propriedades do artefato e as usa para resolver problemas nesse mesmo ambiente. Rabardel (1995) também distingue duas dimensões no processo de gênese instrumental: a instrumentação orientada à constituição de esquemas de utilização e a instrumentalização que se refere à emergência das propriedades funcionais e estruturais do artefato.

Destacada a necessidade da Teoria da Instrumentação, apresentaremos a seguir a essência dos registros de representações e suas contribuições para este trabalho.

Noção dos Registros de Representação Semiótica

A teoria dos registros de representação de Raymond Duval tem-se mostrado importante instrumento de pesquisa, no estudo da complexidade Semiótica e de aprendizagem de matemática e física. Especificamente na Matemática, Duval (2003)

afirma que ela permite uma variedade de representações. Segundo o autor, existem quatro tipos diferentes de representações semióticas, representadas no quadro 1.

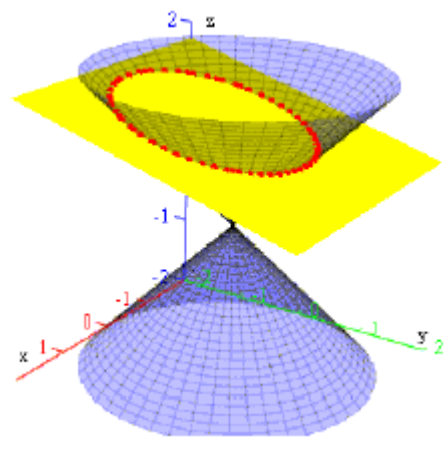
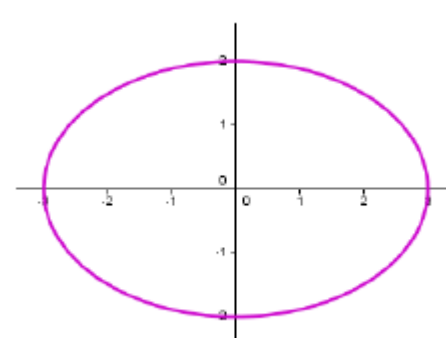
	Representação Discursiva	Representação não-discursiva
REGISTROS MULTIFUNCIONAIS: Os tratamentos não são algoritmizáveis.	Língua Natural Associações verbais (conceituais). Forma racional: argumentação a partir de observações, de crenças; dedução válida a partir de definições ou uso de teoremas.	Figuras geométricas planas ou em perspectiva. Apreensão operatória e não somente perspectiva; Construção com instrumentos.
REGISTROS MONOFUNCIONAIS: Os tratamentos são principalmente algoritmos.	Sistemas de escritas: numéricas (binárias, decimal, fracionária...); algébricas; simbólicas (línguas formais). Cálculo	Gráficos cartesianos. Mudanças de sistema de coordenadas; Interpolação, extrapolação.

Quadro 1: Classificação dos diferentes registros mobilizáveis no funcionamento matemático (DUVAL, 2003, p.14).

Os tratamentos para Duval (2003) são transformações de representações dentro de um mesmo registro: por exemplo, efetuar um cálculo ficando estritamente no mesmo sistema de escrita ou de representação dos números; resolver uma equação ou um sistema de equações; completar uma figura segundo critérios de conexidade e de simetria. Já as conversões de representações são, segundo Duval (2003, p.16), “transformações de representações que consistem em mudar de registro conservando os mesmos objetos denotados, por exemplo: passar da escrita algébrica de uma equação à sua representação gráfica”. Para Duval (2003) é necessário distinguir o tratamento da

conversão, e se esta consiste em uma simples mudança de registros ou em uma mobilização em paralelo de dois registros diferentes.

Vejamos um exemplo dos diferentes tipos de representação de uma elipse. Para representação geométrica usamos os softwares Geogebra e Maple.

Língua Materna	Representação geométrica com Maple
Seções cônicas, ou simplesmente cônicas, são as curvas obtidas através da intersecção de um plano π com um cone de revolução. Este último, é obtido considerando e e r duas retas concorrentes no ponto O e não perpendiculares. Dessa forma, conservando a reta e fixa e realizando uma rotação da reta r , de 360° , em torno de e mantendo constante o ângulo θ entre estas retas, ocorre que a reta r gera uma <i>superfície cônica circular</i> ou <i>cone de revolução</i> formada por duas folhas separadas pelo vértice O . Se o plano π for oblíquo ao eixo e , cortando apenas uma das folhas da superfície, temos uma elipse.	
Representação Algébrica	Representação geométrica com Geogebra
$\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} = 1$	

Quadro 2: Registros de representação de uma elipse

Nesse exemplo do quadro 2 podemos observar a abrangência dos diferentes tipos de representação para uma elipse. Elas estão diretamente ligadas pela definição e/ou equação. Seja pela definição, equação, por um modelo concreto, gráfico, a elipse mantém sua forma (geométrica) e suas propriedades (algébricas). Mas cada uma dessas representações tem um significado importante para o ensino e aprendizagem, pois

podem explorar, em níveis diferentes, suas propriedades. A seguir apresentamos os dados e resultados da pesquisa.

Metodologia e desenvolvimento da pesquisa

A partir desses pressupostos iniciais da fundamentação teórica, analisamos as contribuições das TICs no ensino de Física e de Matemática, através de um trabalho de pesquisa, realizado na UEPB, Campus Monteiro, que metodologicamente se estruturou sob a forma qualitativa, do tipo de um estudo de caso, e centrando suas discussões em duas perspectivas descritas da seguinte maneira: (a) o uso de softwares na Resolução de Problemas em Física e Matemática, especificamente os ambientes computacionais Maple, Geogebra, Modellus e Labfit; e softwares de captura de movimento Tracker e Camspace e (b) a utilização de ambientes virtuais de aprendizagem no ensino de Física e de Matemática.

Inicialmente o primeiro autor deste trabalho apresentou uma série de programas de fácil manuseio e respectivas aplicações imediatas. A pesquisa inicial teve como pretensão despertar nos estudantes o interesse pela Ciência Experimental, a partir dos recursos didáticos importantes oferecidos pelos softwares de Matemática Computacional: Maple, Geogebra e Labfit; os programas de Modelagem de Experimentos Virtuais em Ciências e Física: Modellus; os programas de captura de movimento para criar jogos e aplicativos: Tracker e Camspace; isso sem perder o enfoque educacional das atividades.

Na primeira fase do nosso trabalho, estudamos e discutimos o potencial educativo dos softwares escolhidos. Aprofundamo-nos nas principais ferramentas operacionais de cada um deles, buscando apreender o seu funcionamento básico, que é imprescindível para o progresso das atividades, como por exemplo, a Computação Algébrica, que representa os objetos matemáticos por símbolos, não necessariamente numéricos (ADAMS, SMITH e VYBORNÝ, 2004). Tais símbolos podem representar desde números inteiros, números racionais, números complexos, números algébricos até estruturas mais complexas e abstratas tais como polinômios, matrizes, sistemas de equações, grupos, anéis, etc. Os usuários dos softwares Maple e Geogebra têm a sua disposição uma ferramenta de obtenção de resultados exatos, fórmulas “fechadas”, baseadas nas regras usuais da Álgebra.

No transcorrer das atividades desenvolvidas durante a pesquisa surgiu a necessidade da confecção de material didático próprio, que nos conduziu ao software de modelagem de experimentos virtuais conhecido como Modellus (MODELLUS.CO). Com este programa visualizamos a possibilidade de realizar experiências simuladas com modelos matemáticos, com foco na interpretação do significado de tais modelos e não apenas na formulação teórica e cálculos. Trata-se de uma ferramenta, disponível gratuitamente, voltada ao ensino e aprendizagem de Matemática, Física e Química, que permite que os usuários, tanto alunos como professores realizem experiências com modelos matemáticos, com controle das variáveis, tempo, velocidade e distância, e a partir daí analisar a variação da função e a respectiva representação gráfica, com total liberdade para produzir animações e também utilizar exercícios já propostos e programas desenvolvidos por outros grupos de pesquisa.

O software Modellus também nos permitiu trabalhar com os objetos gráficos desenvolvidos com o Maple e Geogebra, garantindo o entrelaçamento das ferramentas computacionais e de todas as disciplinas estudadas até então.

Outro programa introduzido por este trabalho de pesquisa foi o Labfit (SILVA, 2011), que é um software para Windows desenvolvido para tratamento e análise de dados experimentais. O Labfit permite o tratamento de dados similares ou não-similares, calcular erro propagado em funções, plotar gráficos (2D e 3D), realizar cálculos (sistema de equações, raízes de função, etc), fazer ajuste de curvas (quase 500 funções na biblioteca, com uma e duas variáveis independentes, descobridor de funções) e etc.

Por fim, os dois softwares descritos a seguir possuem uma característica notável e pouco utilizada nos ambientes de ensino: a captura de movimento. O Tracker (CABRILLO.EDU) nos permite a construção de modelos cinemáticos e dinâmicos de partículas massivas e sistemas de dois corpos. Tais modelos são automaticamente sincronizados em uma escala de comparação visual direta com o mundo real a partir dos vídeos. Graças à popularização das câmeras fotográficas digitais, com recurso de captura de vídeos, e o desenvolvimento de *softwares* e aplicativos de edição de imagens, tornou-se viável a video-análise como um recurso ainda mais atrativo para o ensino de Ciências e Física.

O software Camspace (CAMSPACE.COM) se trata de um programa que permite que Controlemos o computador à distância com gestos e objetos simples, que simula um efeito bastante similar ao Wii Remote, do console Nintendo Wii. Durante a aplicação em sala de aula os movimentos podem ser capturados através de uma webcam e de acordo com as configurações pré-definidas, objetos simples como canetas, garrafas, régua e até mesmo as mãos podem funcionar como joystick de um jogo interativo. Assim as opções dos simuladores construídos com o Modellus, os comandos dos softwares Maple e Labfit ou os recursos gráficos do GIMP podem ser acionados remotamente. Sua configuração é bastante simples, bastando que se instale o programa e, no momento indicado pelo software, que se posicione em frente a webcam um objeto que será convertido em um mecanismo que acessa os comandos do computador à distância. A câmera escaneará o objeto e o transformará em um controle. Trata-se de um ótimo software cujo potencial educacional passa despercebido até mesmo entre os fãs de jogos em vídeo. O Camspace é um programa revolucionário projetado inicialmente para gamers, porém de uma aplicabilidade sem igual no ambiente de sala de aula.

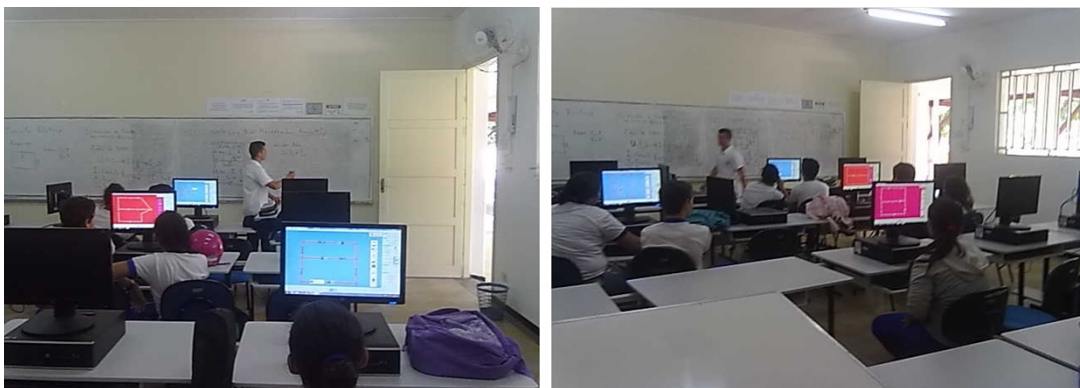


Figura 2 – Registro fotográfico das atividades em sala de aula
Fonte: Lab de Informática da UEPB - CAMPUS VI, 2014

Considerações finais

A experiência adquirida em nossa pesquisa comprova que o uso de diferentes recursos didáticos para a construção e adaptação de modelos, além dos softwares utilizados no processo de ensino e aprendizagem da Física e da Matemática, destaca novas formas de ensinar e aprender das TICs. A forma de construir novos conhecimentos deve ser uma de nossas preocupações na Educação de forma geral, pois os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) indicam a necessidade de incorporar ao

trabalho da escola “tradicionalmente apoiado na oralidade e escrita, novas formas de comunicar e aprender”.

Trabalhamos conceitos Matemáticos e Físicos importantes com professores e alunos, da rede de ensino médio e superior, da cidade de Monteiro-PB buscando o entendimento sobre as novas tecnologias introduzidas, porém, o conteúdo foi adaptado tomando-se o devido cuidado com o público envolvido diretamente. Os temas variaram desde o estudo sobre a história do impacto do uso das tecnologias no ensino, suas implicações diretas, os aspectos epistemológicos envolvidos e manuais de instrução dos softwares escolhidos. Estimulamos, primeiramente, os alunos e os professores da nossa instituição, para que os mesmos participassem dos encontros de estudos, contribuindo para uma melhor qualificação profissional e incentivando-os a ingressar na pós-graduação. Depois ampliamos os cursos para todos os interessados e demais cidades com instituições de Ensino de Nível Superior. Ocorreram 2 cursos de extensão ligados diretamente à este projeto, um minicurso voltado para as ferramentas básicas do Maple e um curso de aprimoramento de técnicas de resolução de problemas com cálculo diferencial, que causaram um impacto bastante positivo já nos números de aprovação das Componentes Curriculares de Física ministradas no Campus Monteiro.

Referências

ADAMS, P.; SMITH, K; VYBORNÝ, R; Introduction to Mathematics with Maple, World Scientific 2004.

BORBA, M. C; PENTEADO, M. G. Informática e Educação Matemática. Belo Horizonte: Autêntica, 2001. (Coleção Tendências em Educação Matemática).

CARMO, M.P. Do. Geometria Diferencial de curvas e superfícies. Rio de Janeiro: SBM – Sociedade Brasileira de Matemática. (coleção textos universitários). 2005.

CAMSPACE, <http://www.camspace.com>.

DUVAL, Raymond. Registros de representação semiótica e funcionamento cognitivo da compreensão em matemática. In: MACHADO, Silvia A. (org.) Aprendizagem em Matemática: Registros de representação semiótica. Campinas-SP: Papirus, 2003, p.11-33.

HENRIQUES, A.; ATTIÊ, J. P.; FARIAS, L. M. Referenciais teóricos da didática francesa: uma análise didática visando o estudo de integrais múltiplas com auxílio do



**Desenvolvendo o Pensamento Matemático em
Diversos Espaços Educativos**
27 a 29 de Novembro
UEPB Campina Grande, Paraíba



2014

software Maple. Educação Matemática Pesquisa: Revista do Programa de Estudos Pós-Graduandos em Educação Matemática, v. 9, n. 1, p. 51-81, 2007.

LABFIT - Curve Fitting Software, <http://zeus.df.ufcg.edu.br/labfit/>.

MODELLUS, <http://modellus.co/index.php/pt>.

TRACKER - Video Analysis and Modeling Tools, <https://www.cabrillho.edu>.