

Machado, José; SILVA, Bento & Almeida, Leandro (2007). Ensino-aprendizagem com recurso à tecnologia informática: mudanças observadas nos alunos. In A. Barca, M. Peralbo, A. Porto, B. Duarte da Silva & Almeida, L.(Eds.). *Actas do IX Congresso Internacional Galego-Português de Psicopedagogía*. Corunha: Universidade da Corunha, pp. 652-663. (ISSN 1138-1663).



## ENSINO-APRENDIZAGEM COM RECURSO À TECNOLOGIA INFORMÁTICA: MUDANÇAS OBSERVADAS NOS ALUNOS

José Machado  
Instituto Politécnico Leiria – Leiria/Portugal  
[j.eduardo.machado@gmail.com](mailto:j.eduardo.machado@gmail.com)

Bento Silva  
Universidade do Minho – Braga/Portugal  
[bento@iep.uminho.pt](mailto:bento@iep.uminho.pt)

Leandro Almeida  
Universidade do Minho – Braga/Portugal  
[leandro@reitoria.uminho.pt](mailto:leandro@reitoria.uminho.pt)

### Resumo

É cada vez mais comum utilizar-se a modalidade educativa designada por e-learning, entendida como o recurso às novas tecnologias multimédia e à internet para melhorar a qualidade da aprendizagem, a qual abrange um vasto conjunto de aplicações e processos como a aprendizagem mediada por computador, a aprendizagem baseada na Web, salas de aula e comunidades virtuais online. Apesar destes avanços tecnológicos e pedagógicos, continuam a existir disciplinas com níveis de insucesso elevados. A matemática é ilustrativa, continuando a ser considerada uma disciplina de difícil aprendizagem por grande parte dos alunos. Com o presente estudo, foi nosso objectivo recorrer à mediação por computador para avaliar o impacto na aprendizagem de funções quando os conteúdos matemáticos são apresentados utilizando a parte gráfica, em complemento da convencional abordagem algébrica. Os resultados finais sugerem que os alunos do 12º ano que participaram nesta experiência demonstram uma melhor compreensão dos conceitos matemáticos envolvidos e passaram a estabelecer, com mais facilidade, as relações entre as escritas algébrica e gráfica. Para além disso, nesta comunicação descrevemos algumas outras mudanças ocorridas nos alunos com a implementação desta experiência educativa, nomeadamente em termos de frequências, locais, modos de utilização e atitudes dos alunos em relação à utilização dos computadores.

### **Introdução**

Os computadores têm vindo a ser progressivamente utilizados como ferramenta de suporte às aprendizagens dos alunos. As primeiras aplicações passaram pela utilização do computador como base dos programas de ensino programado (Navarro, 2005; Silva, 1998), nessa altura com uma utilização de interactividade bastante reduzida e consistindo fundamentalmente no avançar e recuar nos conteúdos educativos de acordo com o ritmo e as necessidades dos alunos (Gomes, 1995; Landow, 1995; Machado, 2006).

No presente, aproveitando os avanços tecnológicos, os materiais educativos passaram a possuir potencialidades de apresentação baseadas no grafismo e a interactividade foi enriquecida com o hipertexto e

hipermédia, permitindo que a visualização e progressão nos materiais educativos deixassem de ser sequenciais e idênticas para todos (Landow, 1995), adaptando-se antes às características e necessidades de cada utilizador. A informação assume formatos diversos e passa a estar disponível em qualquer lugar e a qualquer hora (Dagger *et al.*, 2003), podendo o modo de visualização da mesma ser escolhido pelo aluno. Esta vertente de utilização dos computadores abriu espaço para a criação de comunidades virtuais de aprendentes, em que os utilizadores se agrupam de acordo com interesses comuns, partilham projectos e eliminam fronteiras geográficas (Almeida *et al.*, 2001; Silva 1998, 2002), enriquecendo de forma bem expressiva os processos de ensino-aprendizagem (Papert, 1997).

Vendo a aprendizagem como construção de conhecimento e um meio de conseguir comportamentos desejáveis, através de um planeamento cuidado de estímulos, respostas, *feedback*, reforços e outras contingências, então podemos considerar que o behaviorismo continua a estar presente na utilização dos computadores e das novas tecnologias no ensino (Reeves, 1997). Essa presença verifica-se nos mais recentes *softwares*, que a usam para apoiar os vários módulos que possuem, com características como: terem capacidade de analisar, representar e guiar a instrução para ensinar conjuntos integrados de conhecimentos e competências; produzir prescrições pedagógicas para a selecção de estratégias instrutivas com diferentes níveis de complexidade e interacção; serem um sistema aberto, capaz de incorporar novos conhecimentos sobre ensino e aprendizagem e de aplicá-los no seu próprio processo de design e funcionamento; integrar no seu desempenho as diferentes fases do desenvolvimento instrutivo (Issing, 2005; Merrill, Li & Jones, 1990). Decorrendo de uma visão mais cognitivista do processo de ensino-aprendizagem, em que é fundamental uma aprendizagem com significado, o recurso ao computador pode facultar conteúdos e actividades curriculares que proporcionem a construção progressiva de conhecimentos por parte dos alunos, nomeadamente através de contextos mais interactivos de resolução de problemas (Almeida, 1988, 1993; Rosário, 2001; Tavares, 1992). O computador oferece fundamentalmente a interactividade e a comunicação como formas adequadas para que o aluno construa o seu conhecimento. Assim, o aluno pode escolher os passos, os momentos e os conteúdos que mais se lhe apropriam no acto de aprender (Dias *et al.*, 1998; Pedro & Moreira, 2000; Pereira, 2002).

Usando o computador como meio de comunicação, com a *Internet*, os alunos podem escolher os conteúdos e contextos, e passar a usufruir de um ensino não exclusivamente presencial. Esta infraestrutura é um bom suporte para criar comunidades de aprendizagem em que, pela interacção entre utentes ou pares, com ou sem tutoria, o conhecimento vai sendo partilhado e co-construído (Dillenbourg *et al.*, 1996), estando reunidas as condições para um espaço de educação e de aprendizagem em rede (Baptista, 2002; Castells, 2004; Dias, 2000; Gomes, 2004; Harasim *et al.*, 2000; Silva, 2002). No entanto, importa que o professor cuide da necessária transposição didáctica, ou seja, o seu ensino deverá ser diferente consoante faz ou não recurso das novas tecnologias (Chevallard, 1991; Mello, 2004, 2005; Zbiek, 1995).

A par da tecnologia, da abordagem psicológica e didáctica, temos que pensar no conteúdo científico que vamos leccionar. Na nossa experiência educativa na área da matemática (primeiro co-autor) escolhemos para este estudo as funções, já que permitem a abordagem gráfica (Tall *et al.*, 2000), em alternativa por exemplo, à que faz analogia a uma “máquina”, em que entram valores de um lado que saem transformados do outro, ou ainda às tabelas de valores. Fundamentalmente, os alunos acabam por ter uma percepção do conceito de função ou como um processo ou como uma estrutura (Dubinsky & Harel, 1992; Sfard, 1992) mas apresentam problemas no entendimento deste conceito algébrico (Brown *et al.*, 1988; Kieran, 1992). Os alunos sentem ainda dificuldade na correspondência entre o registo das representações gráficas e o da escrita algébrica (Duval, 1988).

Assim, com a realização deste estudo pretendemos verificar em que medida a utilização dos computadores, num contexto de ensino-aprendizagem, pode ter repercussões nas atitudes gerais dos alunos face à utilização dos computadores. Por outro lado, a aquisição de conceitos matemáticos e a relação entre escrita algébrica e gráfica, foram duas áreas em que quisemos verificar se a utilização de *software* educativo no processo de ensino-aprendizagem poderia representar uma melhoria e mais-valia na aprendizagem dos alunos.

## **Método**

### *Sujeitos*

Os alunos envolvidos neste estudo frequentavam a disciplina de matemática, do 12º ano de duas escolas secundárias públicas, uma do distrito de Santarém e outra do de Leiria. Os alunos foram divididos em dois grupos designados como experimental e de comparação, registando-se um esforço de equilíbrio dos dois grupos em termos de género e de idade. Por constrangimentos vários, optou-se por constituir os dois grupos de alunos na base de cada uma das duas escolas.

### *Instrumentos*

Os instrumentos que foram utilizados neste estudo dividiram-se basicamente nos que serviram para aferir as atitudes dos alunos face à utilização dos computadores, aos locais utilizados e frequências de utilização e aos que se relacionaram com o processo de ensino-aprendizagem e respectiva avaliação dos resultados obtidos. Estes últimos foram enquadrados nos que serviram para o processo de avaliação normal da disciplina de matemática, de acordo com os objectivos definidos para esta disciplina, envolvendo todos os alunos abrangidos pelo estudo. Duas fichas de trabalho foram construídas especificamente para auxiliar os alunos nas actividades propostas e enquadradas, na metodologia que apoiou o processo de ensino-aprendizagem das matérias matemáticas. Com os exercícios propostos nestas fichas, alterando-se as variáveis independentes e dependentes, permitia-se que o aluno visualizasse os resultados estabelecendo a correspondência entre a escrita algébrica e a gráfica.

Foi utilizado, ainda, um questionário para podermos saber os tipos de utilização, as frequências e os locais de utilização dos computadores pelos alunos. Nesse questionário e através de um conjunto itens com um formato *likert* de 5 pontos desde “concordo totalmente” até “discordo totalmente”, avaliavam-se as atitudes dos alunos face à utilização dos computadores, tomando três factores: (i) importância do computador na aprendizagem matemática, (ii) motivação na utilização dos computadores, e (iii) importância do computador na aprendizagem em geral.

### *Procedimentos*

As matérias da disciplina de matemática do 12º ano visadas neste estudo foram leccionadas nos dois grupos de alunos ocupando o número de aulas definido na programação normal. Aos alunos do grupo de comparação foram leccionadas de acordo com o método tradicional baseado na parte algébrica e com poucos gráficos a ilustrar os casos, pela dificuldade e pela falta de tempo em os executar. Os exercícios, constantes nas fichas de trabalho atrás mencionadas, foram resolvidos pelos alunos do grupo experimental com recurso ao *software* educativo. A sequência dos exercícios com as respectivas alterações das variáveis independente e dependente, permitiram que os alunos fossem construindo o seu saber e retirando as suas conclusões. Além de poderem consolidar os conceitos envolvidos puderam também relacionar a escrita algébrica com a gráfica. Os professores deste grupo de alunos, nestas aulas tiveram um papel meramente consultivo, para esclarecer algumas dúvidas que os alunos colocaram, nomeadamente relativo à interpretação dos gráficos. Tal como noutras disciplinas tivemos em consideração a transposição didáctica, mas neste caso, e porque os alunos dispunham da possibilidade de efectuar simulações, com valores diferentes dos propostos nos exercícios das fichas de trabalho, a preparação das aulas foi um pouco mais trabalhosa.

Os dados referentes aos questionários foram obtidos em dois momentos, um antes do início do estudo e outro no seu final. Os que decorreram directamente do processo ensino-aprendizagem foram recolhidos em três momentos, antes do início da experiência educativa (pré teste), um no final da estudo da função exponencial e o terceiro no final da experiência educativa e resultaram de testes de avaliação, idênticos para os dois grupos, elaborados de acordo com os objectivos da disciplina e que serviram também de elementos de avaliação sumativa, da respectiva disciplina.

Os resultados foram tratados recorrendo ao SPSS (versão 14.0 para Windows) e considerámos apenas os alunos que, cumulativamente, participaram em todos os momentos de recolha de dados. Não considerámos os “*dropouts*”, dada a continuidade temporal das avaliações.

### **Resultados**

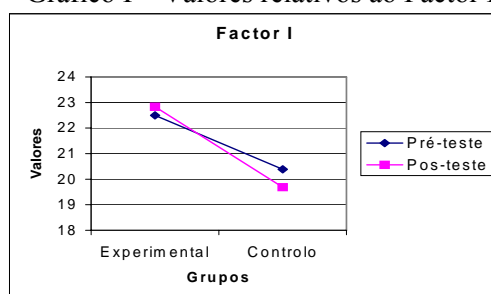
Relativamente à utilização dos computadores podemos constatar que quase todos os alunos admitem ter acesso aos computadores, apenas 5,3% e 2,7% dos alunos do grupo de comparação, respectivamente no início e no final do estudo, não estão nessas condições. No que se refere à utilização dos computadores em

actividades de estudo, 77,4% e 86,8% respectivamente do grupo experimental e do de comparação, os usam desse modo. Estes valores no final do estudo passaram respectivamente para 95,2% e 85,5%, ilustrando o efeito positivo que a experiência educativa parece ter produzido nos hábitos dos alunos que participaram na mesma. Com uma diferença percentual superior a 10, entre o início e o final do estudo, encontramos no grupo experimental, além da já referida utilização em actividades de estudo, a utilização semanal na escola que passou de 30.6 para 19.4. A análise deste decréscimo tem que ser acompanhada pela leitura de outros dados como sejam o aumento, neste grupo de alunos, das frequências de utilização diária em casa de 51,6 para 59,7, na escola de 3,2 para 4,8 e ainda noutros locais de 0 para 1,6. Ao que parece os alunos passam a ter uma utilização mais frequente e mais diversificada em termos de local. Comparando os resultados entre os dois grupos verificamos que no final do estudo os resultados não apresentam valores muito diferentes. Os valores que eram discrepantes no início do estudo, utilização diária na escola com uma diferença percentual de 10 pontos a favor do grupo de comparação, semanal na escola com uma diferença de 12,2 a favor do grupo experimental e a diária em casa com uma diferença de 16,8 a favor do grupo experimental, foram atenuados no final. Em conclusão desta análise de resultados podemos concluir que os alunos do grupo experimental passaram a encarar a utilização do computador de uma forma mais positiva.

Da análise factorial que foi realizada sobre os itens do questionário relativos às atitudes dos alunos face ao uso dos computadores, foram identificados três factores explicativos da sua variância, tendo a escala, globalmente, apresentado um valor alfa de 0,88. Os factores identificados foram: I - “Os Computadores e a Matemática”, II - “Motivação no uso dos Computadores” e III - “Uso do computador num contexto de aprendizagem”.

No gráfico I podemos analisar os valores relativos ao factor I, e constatar que os alunos do grupo experimental apresentam uma melhoria na média entre o primeiro e o segundo momentos, enquanto os alunos do grupo de comparação registam uma diminuição das médias relativas a este factor, nos dois momentos.

Gráfico I – Valores relativos ao Factor I

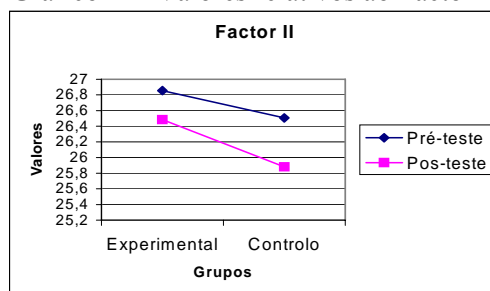


Face a estas diferenças fomos realizar uma análise estatística que demonstrou que a experiência educativa não afectou as atitudes integrantes deste factor, já que os valores encontrados foram ( $F(1,126)=0,19$ ;  $p=0,66$ ). Em relação a este factor, os valores apresentam-se estatisticamente significativos ( $F(1,126)=11,83$ ;  $p<.01$ ),

traduzindo uma diferenciação entre os dois grupos de alunos. A diferença de médias relativas a este factor entre os dois grupos, foi de 2,7 a favor do grupo experimental ( $p < .01$ ).

Os valores relativos ao factor II podem ser analisados no Gráfico II. Pela sua análise verificamos que as variações são similares nos dois grupos de alunos, apesar dos alunos do grupo de comparação terem uma descida mais acentuada do primeiro para o segundo momento.

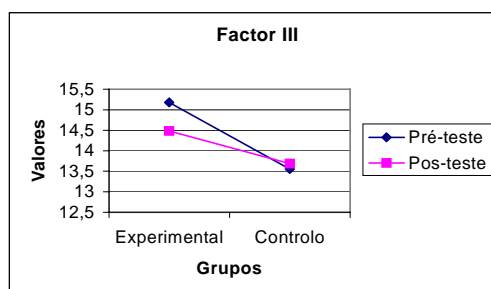
Gráfico II – Valores relativos ao Factor II



Pela análise efectuada podemos constatar que a experiência educativa não se revestiu de significância estatística ( $F(1,134)=1,45$ ;  $p=0,23$ ). O valor obtido na análise de variância não se apresenta estatisticamente significativo ( $F(1,134)=0,50$ ;  $p=0,82$ ), reflectindo uma não diferenciação dos dois grupos de alunos. Os dois grupos de alunos tiveram um comportamento muito idêntico não existindo uma diferenciação entre eles o que é confirmado pelos valores dos testes estatísticos com ( $F(1,134)=0,57$ ;  $p=0,45$ ).

O factor III apresenta valores discrepantes relativamente aos dois grupos como se pode constatar pela análise do Gráfico III. O grupo experimental apresenta médias superiores ao grupo de comparação nos dois momentos, apesar de baixar do pré para o pos-teste. O grupo de comparação tem um comportamento que se reflectiu em valores idênticos nos dois momentos.

Gráfico III – Valores relativos ao Factor III



A confirmar, o que atrás dissemos sobre este factor pela análise do quadro III, apresentamos os resultados dos testes estatísticos que mostram uma diferenciação entre os alunos do grupo experimental e de comparação ao longo da experiência educativa ( $F(1,109)=4,60$ ;  $p < .05$ ). A análise efectuada sobre a diferenciação entre os dois grupos mostrou-se estatisticamente significativa ( $F(1,109)=4,32$ ;  $p < .05$ ), o que reforça as nossas afirmações. A análise à diferença de médias entre os dois grupos mostra diferença de 1,0 a

favor do grupo experimental ( $p < 0,05$ ), sugerindo que a experiência educativa produziu efeitos diferenciados nos alunos relativamente às atitudes relativamente ao uso do computador na aprendizagem em geral.

Passando a analisar os dados relativos aos testes sumativos de matemática, verifica-se pelo quadro I que uma discrepância entre as médias obtidas pelos dois grupos de alunos ao longo dos três momentos. Tendo em consideração o resultado  $F(2,272)=59,77$ ;  $p < 0,01$ ), relativo à análise relativa a “Momentos x Grupos”, podemos inferir mudanças ao longo dos três momentos de avaliação relacionadas com o grupo de pertença dos alunos. Na realidade, a média do grupo experimental aumenta de valor do primeiro para o segundo e terceiro momentos, o que não se verifica com o grupo de comparação. Comparando as médias entre os dois grupos de alunos, com ajustamento de múltiplas comparações pelo método de Bonferroni, obtivemos uma diferença nas médias de 20,1 a favor do grupo experimental ( $p < 0,01$ ). Por outro lado, tendo em consideração os alunos do grupo experimental a diferença de médias registada entre o primeiro e os restantes momentos mostrou ser nos dois casos estatisticamente significativa ( $p < 0,01$ ), indiciando um efeito positivo da experiência nos alunos do grupo experimental.

Quadro I – Resultados dos dois grupos de alunos, nos três momentos, nos testes de Matemática

Matemática	1º Momento		2º Momento		3º Momento	
	Média	D.P.	Média	D.P.	Média	D.P.
Grupos						
Experimental n=62	37,0	19,95	70,9	17,56	67,8	23,59
Comparação n=76	41,2	16,29	44,0	21,49	30,2	17,42
Global n=138	39,3	18,08	56,1	23,86	47,1	27,69

Os dados recolhidos permitiram ainda que procedêssemos a uma análise item a item dos testes sumativos de matemática. Relativamente ao primeiro teste, os resultados com maior relevância estatística, correspondem ao conceito de função ( $X^2(1)=8,35$ ;  $p < 0,05$ ) e ( $X^2(1)=4,23$ ;  $p < 0,05$ ), para as duas funções em estudo. Os valores encontrados no item relativo à assíntota horizontal de  $g(x)$ , foi ( $X^2(1)=6,67$ ;  $p < 0,01$ ), no cálculo do limite de  $f(x)$  quando  $x$  tende para  $-\infty$  ( $X^2(1)=5,92$ ;  $p < 0,05$ ), no cálculo do limite de  $g(x)$  quando  $x$  tende para  $+\infty$  ( $X^2(1)=8,99$ ;  $p < 0,01$ ), e no conceito de injectividade relativamente à função  $f(x)$  ( $X^2(1)=4,93$ ;  $p < 0,05$ ). Estes resultados traduzem sempre um desempenho superior dos alunos do grupo experimental. Tendo em consideração o segundo teste de avaliação e da análise item a item, obtivemos resultados com relevância estatística para as duas funções, na identificação de máximos ( $X^2(1)=5,91$ ;  $p < 0,05$ ) e ( $X^2(1)=108$ ;  $p < 0,01$ ), de mínimos ( $X^2(1)=5,91$ ;  $p < 0,05$ ) e ( $X^2(1)=59,64$ ;  $p < 0,01$ ), saber relacionar e encontrar as concavidades das funções iniciais, para cima ( $X^2(1)=28,73$ ;  $p < 0,01$ ) e ( $X^2(1)=37,66$ ;  $p < 0,01$ ); e para baixo, ( $X^2(1)=30,52$ ;  $p < 0,01$ ) e ( $X^2(1)=35,8$ ;  $p < 0,01$ ), intervalos de monotonia da segunda derivada (positiva, ( $X^2(1)=29,04$ ;  $p < 0,01$ ) e ( $X^2(1)=38,69$ ;  $p < 0,01$ ); e negativa ( $X^2(1)=29,04$ ;  $p < 0,01$ ) e ( $X^2(1)=45,47$ ;  $p < 0,01$ )). Podemos ainda incorporar



neste conjunto de itens, que demonstram um melhor desempenho dos alunos do grupo experimental, os relativos ao saber relacionar os zeros da segunda derivada com os pontos de inflexão da função, em que se registaram para todos os casos diferenças com significado estatístico.

Quando abordámos a análise dos questionários e mais concretamente a finalidade de utilização educativa dos computadores constatámos que no grupo experimental os alunos passaram de 77,4%, no início do estudo para 95,2% no seu final, aliás, como atrás foi referido. Tivemos oportunidade de analisar o percurso destes alunos (73% pertencentes ao sexo feminino) ao longo dos três testes sumativos de matemática, tendo constatado que e que as suas médias em comparação com as do grupo experimental, foram de 32,3 *versus* 37,0 no primeiro teste; 68,2 *versus* 70,9 no segundo teste; e 77,0 *versus* 67,8 no último teste. Apesar do número reduzido de alunos em apreço, registamos a elevada percentagem de raparigas e o facto de no último momento atingirem uma média superior à do grupo a que pertenciam. Assim, fomos verificar se existia uma diferenciação entre rapazes e raparigas e obtivemos o valor ( $F(2,120)=3,31$ ;  $p<,05$ ) relativo à interação “Momentos x Grupos”, sugerindo o efeito da variável sexo. Relativamente aos alunos do grupo experimental a diferenciação entre as raparigas e os rapazes apresentou-se estatisticamente significativa ( $F(1,60)=4,96$ ;  $p<.05$ ), apresentando as raparigas uma média superior à dos rapazes em 9,1 ( $p<.05$ ). Tomando os rapazes e raparigas do grupo de controlo relativamente à interação “Momentos x Grupos” ( $F(2,148)=1,15$ ;  $p=0,32$ ), depreendemos a ausência do efeito da variável sexo. Na diferenciação entre as raparigas e os rapazes deste grupo não encontramos valores estatisticamente significativos com ( $F(1,74)=2,48$ ;  $p=0,12$ ).

### **Considerações finais**

No final da experiência educativa podemos afirmar que a mesma influenciou os alunos envolvidos de um modo positivo. A exemplificar podemos considerar os alunos que passaram a encarar o computador como um meio auxiliar no processo de ensino-aprendizagem e o seu desempenho na disciplina com um aumento das suas médias. Relativamente ao local de utilização os resultados obtidos apontam uma preferência dos alunos na utilização dos computadores fora da escola.

Os alunos do grupo experimental parecem ter optado por resolver as questões com base no raciocínio visual, ao invés dos cálculos e procedimentos complicados que o processo algébrico envolve. Este raciocínio visual ajudou estes alunos a construir as suas conjecturas e construções de conhecimento e que eles desenvolvam um conhecimento estrutural da álgebra, relacionando os vários conceitos entre si e reforçando a relação entre a escrita algébrica e a gráfica.

Os avanços tecnológicos que se têm verificado estão cada vez mais acessíveis e os professores e responsáveis educativos não os podem ignorar. São os alunos e as suas famílias que já têm acesso aos

mesmos e esta experiência educativa vem demonstrar que existem formas bem acessíveis de os utilizar no ambiente educativo, com resultados bem interessantes.

A utilização da tecnologia está disponível para ser utilizada no processo ensino-aprendizagem, mas é necessária uma abordagem psicologicamente correcta, o que implica que os professores tenham em consideração a transposição didáctica e que estejam preparados para tal, através de uma formação adequada.

Finalizamos com uma referência a que no presente e futuro próximo os dispositivos móveis, como por exemplo, os PDA's proliferarão e as suas potencialidades gráficas e comunicativas terão que ser equacionadas pelos responsáveis educativos, como uma forma alternativa de promover uma melhor aprendizagem.

## Referências

- Almeida, L. S. (1988). *O raciocínio diferencial dos jovens: avaliação, desenvolvimento e diferenciação*. Porto: Instituto Nacional de Investigação Científica.
- Almeida, L. S. (1993). Rentabilizar o ensino-aprendizagem escolar para o sucesso e o treino cognitivo dos alunos. In L. Almeida (Coord.), *Capacitar a Escola para o Sucesso* (pp. 59-110). V. N. Gaia: Edipsico.
- Almeida, C., Dias, P., Morais, C., & Miranda, L. (2001). Fóruns de discussão no ensino e aprendizagem: perspectivas de professores do 1º ciclo do ensino básico. In Paulo Dias e Cândido Varela de Freitas (Orgs.), *Challenges 2001*, pp. 433-444. Braga: Centro de Competência Nónio Sec. XXI. Universidade do Minho.
- Ausubel, D., Novak, J., & Hanesian, H. (1978). *Educational Psychology: A Cognitive View (2nd Ed.)*. New York: Holt, Rinehart & Winston.
- Baptista, C. (2002). Os desafios do e-Learning em Portugal. In Carina Baptista e Ana Dias (Coordenadoras), *E-Learning – O Papel dos Sistemas de Gestão da Aprendizagem na Europa*. Lisboa: Instituto para a Inovação na Formação.
- Bigge, M. L. (1977). *Teorias da Aprendizagem para Professores*. São Paulo: Editora Pedagógica Universitária.
- Brown, C., Carpenter, T., Kouba, V., Lindquist, M. & Reys, R. (1988). Secondary School Results for the fourth NAEP Mathematics Assessment: Algebra, Geometry, Mathematical Methods, and Attitudes. *Mathematics Teacher*, 81, 337-347.
- Castells, M. (2004). *A Galáxia Internet*. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian.
- Chevallard, Y. (1991). *La transposición didáctica: del saber sabido al saber enseñado*. Buenos Aires: Aique.

- Dagger, D., Wade, V., & Conlan, O. (2003). Towards “anytime, anywhere” learning: The role and realization of dynamic terminal personalization in adaptive eLearning. *Ed-Media 2003, World Conference on Educational Multimedia, Hypermedia and Telecommunications*, Hawaii.
- Dias, P. (2000). Hipertexto, *hipermédia* e media do conhecimento: representação distribuída e aprendizagens flexíveis e colaborativas na Web. In *Revista Portuguesa de Educação*, vol. 13, nº 1, Braga, Universidade do Minho, pp. 141-167.
- Dias, P., Gomes, M. J., & Correia, A. P. S. (1998). *Hipermédia & Educação*. Braga: Edições Casa Do Professor.
- Dillenbourg, P., Baker, M., Blaye, A. & O'Malley, C. (1996). The evolution of research on collaborative learning. In: E. Spada & P. Reiman (Eds) *Learning in Humans and Machine: Towards an Interdisciplinary Learning Science*. Oxford: Elsevier. Acessível em <http://tecfa.unige.ch/tecfa/teaching/uv39/papiers/Evol-Chapter.dat.doc>. Última consulta Setembro 2005.
- Dubinsky, E. & Harel, G. (1992). The nature of the process conception of function. In: G. Harel & E. Dubinsky (Eds.) *The concept of Function: Aspects of Epistemology and Pedagogy*. Washington, DC: Mathematical Association of America.
- Duval, R. (1988). Graphiques et Equations: L'Articulation de deux registres. In : *Annales de Didactique et de Sciences Cognitives*, IREM de Strasbourg.
- Gomes, M. J. (1995). Navegando no Hipervocabulário. *Revista Portuguesa de Educação*, 8(2), pp. 105-116. I.E.P. Universidade do Minho.
- Gomes, M. J. (2004). *Educação a distância: um estudo de caso sobre formação de professores via Internet*. Braga: Braga: Centro de Investigação em Educação, Universidade do Minho.
- Harasim, L., Hiltz, S. R., Turoff, M., & Teles, L. (2000). *Redes de aprendizagem*. Editorial Gedisa. Barcelona.
- Issing, L. J. (2005). *Conceitos básicos de Didática para Multimedia*. Disponível em <http://penta.ufrgs.br/edu/teleduc/tdidmult.htm>. Última consulta em Março 2005.
- Kieran, C. (1992). The Learning and Teaching of School algebra. In: D. Grouws (Ed.), *Handbook of Research on Mathematics Teaching and Learning*, New York: Macmillan Publishing Co. (pp. 390-419).
- Landow, G. P. (1995). *Hipertexto*. Barcelona: Ediciones Paidós Ibérica.
- Machado, J. (2006). *Os computadores na facilitação da aprendizagem: estudo tomando o conceito de função*. Braga: Universidade do Minho (tese de doutoramento, policopiada).
- Mello, G. (2004). Transposição didática: a mais nobre (e complexa) tarefa do professor. In: *Escola*, 178, Dezembro 2004. In: [http://revistaescola.abril.com.br/edicoes/0178/aberto/com\\_a\\_palavra.shtml](http://revistaescola.abril.com.br/edicoes/0178/aberto/com_a_palavra.shtml). Consultado em Janeiro 2005.

- Mello, G. (2005). *Transposição Didática, Interdisciplinaridade e Contextualização*. Disponível em <http://www.redeensinar.com.br/guiomar/pdf/escritos/outros/contextinterdisc.pdf> ou em <http://www.redeensinar.com.br/guiomar/outros.html>. Última Consulta em Janeiro 2005.
- Merrill, M.D., U, Z & Jones, M.K. (1990). Second Generation Instructional Design (ID2). *Educational Technology*, 2, pp. 7-14. In: [http://sage.sdsu.edu/compswiki/uploads/CompsWiki/ID1\\_and\\_ID2.pdf](http://sage.sdsu.edu/compswiki/uploads/CompsWiki/ID1_and_ID2.pdf). Consultado em Setembro 2005.
- Navarro, R. C. (2005). *As novas tecnologias segundo as teorias da aprendizagem*. Disponível em [http://www.ensino.net/teoria\\_aprendiz.cfm](http://www.ensino.net/teoria_aprendiz.cfm). Última consulta Março 2005.
- Papert, S. (1997). *A Família em Rede*. Relógio d'Água Editores.
- Pedro, L. F. & Moreira, A. (2000). Os hipertextos de flexibilidade cognitiva e a planificação de conteúdos didáticos: um estudo com (futuros) professores de línguas. *Revista de Enseñanza y Tecnología*, Setembro-Dezembro 2000, pp.29-35.
- Pereira, J. (2002). Sistemas Hypertexto & Hypermédia - Reflexão, Ensino e Arte. *Revista do ISPV*, nº25, Millenium on line. In: [http://www.ipv.pt/Millenium/Millenium25/25\\_32.htm](http://www.ipv.pt/Millenium/Millenium25/25_32.htm). Consultado em Janeiro de 2005.
- Rosário, P. (2001). Diferenças processuais na aprendizagem: Avaliação alternativa das estratégias de auto-regulação da aprendizagem. *Psicopedagogia, Educação e Cultura*, 5 (I), pp. 87-102.
- Reeves, T. (1997). *Evaluating what really matters in computer-based education*. In: <http://www.educationau.edu.au/archives/CP/reeves.htm#ref1>. Consultado em Dezembro 2004.
- Sfard, A. (1992). Operational origins of mathematical objects and the quandary of reification – The case of function. In: G. Harel & E. Dubinsky (Eds.) *The concept of Function: Aspects of Epistemology and Pedagogy*. Washington, DC: Mathematical Association of America.
- Silva, B. (1998). *Educação e Comunicação*. Braga: CEEP - Universidade do Minho.
- Silva, B. (2002). A Globalização da Educação: da escrita às comunidades de aprendizagem. In O particular e o global no virar do milénio, Cruzar Saberes em Educação. *Actas do 5º Congresso da Sociedade Portuguesa de Ciências da Educação*. Porto: Sociedade Portuguesa de Ciências da Educação, pp. 779-788.
- Silva, B. (2005). Ecologias da Comunicação e Contextos Educacionais. *Revista Educação & Cultura Contemporânea*, vol. 2, nº 3, Universidade Estácio de Sá (Mestrado em Educação), Rio de Janeiro, pp. 31-51.
- Tall, D., DeMarois, P. & McGowen, M. (2000). Using the function machine as a cognitive root. Paper presented at the *Annual Meeting of the North American Chapter of the International Group for the Psychology of Mathematics Education* (22nd, Tucson, AZ, October 7-10, 2000).

- Tavares, J. C. (1992). *A aprendizagem como construção de conhecimento pela via de resolução de problemas e da reflexão*. Aveiro: CIDInE, Centro de Investigação, Difusão e Intervenção Educacional.
- Zbiek, R. M. (1995). Her Math, Their Math: An In-Service Teacher's Growing Understanding of Mathematics and Technology and Her Secondary Students' Algebra Experience. Paper presented at the *Annual Meeting of the North American Chapter of the International Group for the Psychology of Mathematics Education* (17<sup>th</sup>, Columbus, OH, October 21-24, 1995).