

# Formação de Professores para a Integração das TIC no Ensino de Matemática: Um Estudo na Região Autónoma da Madeira

dos Santos, Elci A. A. <sup>1,3</sup>, Morais, Carlos M. M. <sup>2</sup>, Paiva, João C. M. <sup>3</sup>

<sup>1</sup> Departamento de Matemática e Engenharias, Universidade da Madeira, Funchal, Portugal  
alcione@dme.uma.pt

<sup>2</sup> Dep. de Matemática, Escola Superior de Educação, Instituto Politécnico de Bragança, Portugal  
cmmm@ipb.pt

<sup>3</sup> Faculdade de Ciências da Universidade do Porto, Portugal  
jcpaiva@fc.up.pt

**Resumo.** Este estudo teve por objectivo analisar o impacto, em professores estagiários e alunos, da utilização das Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) no ensino da Matemática na Escola Secundária, bem como obter subsídios para a elaboração de um programa de formação de professores mais adequado à integração das TIC no Ensino. Adoptou-se uma estratégia de investigação-acção, tendo o estudo sido subdividido em três estudos de caso e desenvolvido na Região Autónoma da Madeira, Portugal, nos anos lectivos de 2001/2002, 2002/2003 e primeiro semestre de 2003/2004. Os estudos envolveram 44 professores estagiários do curso de Licenciatura em Matemática – Ramo Ensino da Universidade da Madeira e quatro escolas da Região, onde os mesmos realizaram estágio.

## 1 Introdução

O desenvolvimento tecnológico tem assumido um papel inovador e transformador nas sociedades dos países desenvolvidos e em desenvolvimento. Conscientes dessa realidade, os professores não podem mais ficar alheios ao facto de que o computador e o acesso a redes de comunicação à distância estão cada vez mais presentes na sua actividade profissional. Dessa forma, é necessário adequar os métodos de ensino e teorias de trabalho às novas tecnologias.

No caso particular do ensino da Matemática, é de grande importância que o mesmo possa ser realizado com a utilização de todas as facilidades que as Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) proporcionam, incluindo a disponibilidade de diferentes tipos de aplicações úteis para o ensino da Matemática (como, por exemplo, sistemas de computação algébrica, aplicações de geometria dinâmica e sistemas de modelação computacional), objectivando-se com isso possibilitar uma dinamização no ensino dos mais diversos conteúdos matemáticos.

Embora o Ensino Secundário desempenhe, juntamente com o Ensino Superior, um papel fundamental no atendimento das novas expectativas da sociedade em relação à Matemática, a realidade mostra que, em alguns cursos de formação de professores, os conceitos e possibilidades das TIC aplicadas à Educação ainda não foram suficientemente questionados e avaliados criticamente, com vistas à sua correcta incorporação no processo de ensino-aprendizagem. Esta foi a principal motivação para a realização do estudo aqui relatado.

## 2 Opção Metodológica

### 2.1 A investigação qualitativa e o estudo de casos

A expressão investigação qualitativa abrange diversas estratégias de investigação que possuem determinadas características em comum [2], tais como (i) o ambiente natural constitui a fonte dos dados e o investigador é o principal instrumento de recolha desses dados; (ii) os dados colectados são predominantemente descritivos; (iii) os dados são analisados de forma indutiva; (iv) a preocupação com o processo é muito maior do que com os resultados ou o produto e (vi) o significado é de importância vital, havendo a preocupação em retratar a perspectiva dos participantes.

O objectivo de uma investigação qualitativa não é responder a questões prévias ou testar hipóteses, embora seja possível formular questões específicas à medida que os dados são recolhidos. No início da investigação, existem questões ou focos de interesse muito amplos, que se tornam mais directos e específicos à medida que o estudo se desenvolve.

De entre as várias formas que pode assumir uma investigação qualitativa, interessa aqui o estudo de caso. Segundo Nisbet [8], o mesmo é caracterizado através de três fases que se sobrepõem em diversos momentos, sendo a primeira delas de carácter aberto ou exploratório, a segunda mais sistemática em termos de recolha de dados e consistindo a última numa análise e interpretação sistemática desses dados e na elaboração de um relatório.

Na fase exploratória, podem existir questões que vão sendo explicitadas, reformuladas ou abandonadas, à medida que se mostram mais ou menos relevantes para o estudo. Essas questões podem ter origem na análise da literatura, nas observações, nos depoimentos feitos por especialistas sobre o problema ou, mesmo, podem ser derivadas de especulações baseadas na experiência pessoal do investigador.

Na fase seguinte, o importante é delimitar o estudo, seleccionando os aspectos mais relevantes, de modo a chegar a uma compreensão mais completa da situação estudada. Nessa fase, o investigador utiliza instrumentos mais ou menos estruturados e diferentes técnicas, conforme as características do estudo.

Na última fase, o investigador prepara um relatório com a análise de factos, o registo de observações ou a transcrição de entrevistas, disponibilizando-o aos participantes para que estes manifestem suas opiniões sobre a relevância e a acuidade do que é relatado, de forma a captar as reacções imediatas sobre a validade do que foi aprendido.

A investigação aqui relatada constou de três estudos de caso versando sobre o impacto da utilização das TIC para o ensino da Matemática em professores estagiários e alunos do Ensino Secundário. Cada um desses três estudos pode ser considerado como um ciclo da espiral auto-reflexiva lewiniana mostrada na Fig. 1, adaptada de [6], a qual ilustra claramente o carácter cíclico típico da estratégia de investigação-acção, adoptada neste trabalho.

### 2.2 A estratégia da investigação-acção

Entende-se por investigação-acção um tipo de investigação social aplicada que difere das demais pelo envolvimento do investigador no processo da acção. Elliot [5], ao atribuir a Kurt Lewin a origem da denominação, destaca que por investigação-acção deve-se entender um tipo de investigação que consiste numa prática social reflexiva, na qual não faz sentido distinguir a prática que se investiga do processo de investigação dessa mesma prática, onde as actividades são desenvolvidas por grupos ou comunidades, objectivando mudar as suas circunstâncias de acordo com as ideias compartilhadas por todos os envolvidos.

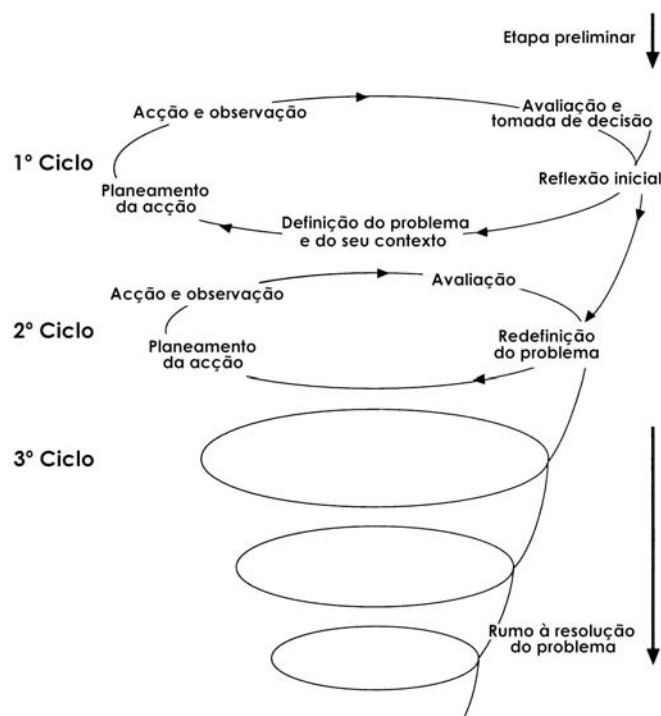


Fig. 1. Processo cíclico das etapas de uma investigação-ação (adaptado de [6])

A investigação-ação não é um método nem uma técnica, mas sim uma abordagem [1] que precisa de ser planeada da mesma forma sistemática que qualquer outro tipo de investigação e onde os métodos seleccionados para a recolha de dados dependerão da natureza da informação que se pretenda obter. Assim, a ideia de investigação na acção é empregada de maneira distinta, de acordo com o contexto.

Cohen e Manion [4] definem investigação-ação essencialmente como um procedimento *in loco*, que visa lidar com um problema concreto localizado numa situação imediata. Dessa forma, é um processo passo-a-passo que deve (idealmente) ser constantemente controlado através de diversos mecanismos (questionários, diários, entrevistas e estudos de casos, por exemplo), de modo a garantir que os resultados obtidos a cada passo se traduzam em modificações, ajustamentos, mudanças de direcção e redefinições, conforme necessário, de forma a trazer vantagens duradouras ao próprio processo em curso.

Outros autores também salientam a natureza contínua do método. Para Brown e McIntyre [3], as questões que motivam a investigação surgem de uma análise dos problemas envolvidos numa determinada situação, quando os intervenientes têm como objectivo imediato a compreensão desses problemas. Primeiramente, o investigador estabelece princípios especulativos e gerais sobre os problemas que tenham sido identificados e, a partir desses princípios, formula hipóteses sobre qual a acção que poderá conduzir às melhorias desejadas na prática. Tal acção é então testada e dados sobre os seus efeitos são recolhidos. Esses dados são usados para rever as hipóteses preliminares e identificar uma acção mais apropriada, que reflecta uma modificação dos princípios gerais previamente estabelecidos. A recolha de dados sobre o efeito dessa nova acção pode então gerar hipóteses adicionais e modificar os princípios antes estabelecidos, e assim sucessivamente, fazendo com que cada vez mais se tenha um maior entendimento e um aperfeiçoamento da própria acção.

### 3 Etapas do Estudo

Este estudo desenvolveu-se na Região Autónoma da Madeira (R.A.M.), Portugal, durante um período de dois anos e meio, compreendendo os anos lectivos de 2001/2002, 2002/2003 e primeiro semestre de 2003/2004 e envolveu 44 professores estagiários do curso de Licenciatura em Matemática – Ramo Ensino da Universidade da Madeira (UMa) e quatro escolas da Região, onde os mesmos realizaram estágio.

Os dois anos e meio de investigação foram divididos em três estudos de caso, como mostrado na Tabela 1.

**Tabela 1.** Estudos de caso (E. C.) sobre o impacto da utilização das TIC no ensino da Matemática

Ano Lectivo	2001/02		2002/03		2003/04
Semestre	1º	2º	1º	2º	1º
Univ. (M.C.E.M.)	–	–	–	E. C. 3	–
Univ. (Seminário)	–	–	E. C. 2	E. C. 2	–
Escolas (Núcleos)	E. C. 1	E. C. 1	E. C. 2	E. C. 2	E. C. 3

Parte deste estudo foi realizada na Universidade, em épocas e situações distintas, simultaneamente com o acompanhamento dos estagiários nas escolas. A primeira parte compreendeu um trabalho de exploração de aplicações específicas para o ensino da Matemática e uma formação na utilização da Internet. Desenvolveu-se em duas sessões semanais, com os professores estagiários de 2002/2003, na cadeira de Seminário. A segunda parte foi realizada no âmbito da cadeira de Métodos Computacionais no Ensino da Matemática, no segundo semestre de 2002/2003, com os futuros professores que iriam para estágio no próximo ano lectivo. Com base nos conhecimentos prévios desses alunos, estruturou-se um programa que procurou proporcionar aos mesmos uma formação prática e reflexiva sobre o uso das TIC em sala de aula.

No âmbito da investigação aqui relatada, todos os dados foram recolhidos no seu ambiente natural e complementados por informações advindas do contacto directo com os intervenientes, através de entrevistas e de conversas mais ou menos informais, que decorreram ao longo dos dois anos e meio de investigação. As entrevistas foram gravadas em vídeo, totalizando cerca de 12h38min de gravação, e posteriormente transcritas. As aulas dos estagiários foram assistidas e, no final, registadas observações que permitiram criar um diário pessoal (diário de bordo) e reflectir sobre os dados do estudo. Este processo auxilia a visualizar a forma como o plano de investigação é afectado pelos dados recolhidos [2]. Além dessas aulas assistidas, foram analisados 1272 diários, referentes às aulas leccionadas pelos 44 professores estagiários no 10º Ano do Ensino Secundário. Este foi o ano de escolaridade escolhido para este estudo, por ser o único comum a todos os estagiários. Na recolha de dados, foram também utilizadas outras fontes de informação, tais como inquéritos por questionário e depoimentos por escrito, visando estabelecer linhas de investigação convergentes e produzir resultados mais convincentes e precisos [10].

A validade interna da investigação é assegurada por diferentes mecanismos. Em primeiro lugar, pela interacção pessoal a longo termo entre a primeira autora e os indivíduos observados (professores em formação, professores estagiários, orientadores e alunos do Secundário). A duração da observação (dois anos e meio no total e, no mínimo, um ano para cada grupo de indivíduos observado) e, associada a ela, a proximidade existente entre a referida investigadora e os grupos, constituem, de acordo com [7], importantes factores para a validação deste tipo de estudo. A triangulação das técnicas empregadas [4, 7] foi outro importante meio utilizado para reforçar a validade desta investigação. A confrontação dos

dados obtidos através de diferentes técnicas de recolha (diários de aula, questionários, entrevistas, depoimentos por escrito, anotações pessoais) permitiu encontrar pontos de convergência entre eles, justificando assim os resultados obtidos.

Visando também verificar se tais resultados eram plausíveis e se as perspectivas dos participantes estavam fielmente retratadas, optou-se pela devolução dos dados recolhidos e de suas interpretações àqueles que os originaram. Dada a impossibilidade prática de contar com todos os indivíduos na fase de validação, utilizou-se como membro de verificação, em cada estudo de caso, um dos professores estagiários dele participante. No segundo estudo, um dos orientadores também contribuiu para a validação dos resultados obtidos.

Finalmente, dois colegas do DME/UMa, externos ao contexto deste estudo, participaram do processo de revisão por pares (*peer review*), contribuindo com análises e revisões críticas durante as diferentes etapas desta investigação.

## 4 Os Três Estudos de Caso

No primeiro estudo de caso, procurou-se investigar o porquê da utilização mais acentuada das TIC por professores estagiários de determinados Núcleos.

Partindo do pressuposto que os professores estagiários, por serem todos formandos de uma mesma Instituição, possuíam a mesma formação, a utilização das TIC deveria estar basicamente subordinada ao equipamento tecnológico existente nas escolas. Consequentemente, as escolas com melhores condições em termos materiais deveriam ser aquelas em que se observaria uma maior utilização das TIC em sala de aula.

Entretanto, após a verificação do equipamento existente em cada uma das escolas, a análise dos diários de aula e, principalmente, o apuramento dos resultados das entrevistas aos professores estagiários, constatou-se que:

- A disponibilidade de equipamento nem sempre foi factor preponderante na utilização das TIC, o que poderia indicar que os orientadores também teriam influência em tal utilização;
- A carência de equipamento tecnológico nas escolas foi, realmente, um dos obstáculos à utilização das TIC;
- O conteúdo de 10º Ano em que os estagiários menos utilizaram *software* específico foi Geometria, o que poderia indicar deficiências na sua formação académica.

Portanto, iniciou-se o segundo estudo de caso procurando encontrar estratégias que conduzissem a uma maior e melhor utilização das TIC por parte do novo grupo de professores estagiários. Apostou-se numa formação adequada para a utilização da Internet — como forma de contribuir para a minimização do problema da carência e desactualização do equipamento tecnológico disponível nas escolas — e na exploração de aplicações de *software* específicas para o ensino da Matemática.

Ao mesmo tempo, investigou-se qual a influência exercida pelos orientadores da prática pedagógica na utilização das TIC em sala de aula pelos seus orientandos.

Desse segundo estudo, concluiu-se que:

- A utilização da Internet poderia contribuir para a criação de ambientes de aprendizagem que permitissem auxiliar ou complementar as aulas de Matemática e contornar a carência de equipamento nas escolas;
- Os orientadores exerciam uma grande influência sobre os estagiários no que diz respeito à maior ou menor utilização das TIC disponíveis;
- A formação para utilização das TIC, na Universidade, não deveria ser feita no mesmo ano do Estágio.

E, ainda, que:

- Uma formação prévia para a correcta utilização de *software* específico para os conteúdos a serem trabalhados nas aulas ministradas pelos estagiários é fundamental;
- Uma formação básica pré-universitária ou extra-curricular a nível de utilização dos equipamentos tecnológicos é importante para que os estagiários possam sentir-se mais à vontade para utilizar tais ferramentas;
- A formação universitária, para ser efectiva, deveria suprir as eventuais deficiências de base no caso de alunos que não tiveram formação anterior ou formação extra-curricular em paralelo com o curso de licenciatura na Universidade.

Tendo por base os inquéritos respondidos pelos alunos, a literatura consultada durante a investigação e os resultados dos dois primeiros estudos de caso, foi estruturado um novo programa para a cadeira de Métodos Computacionais no Ensino da Matemática do 4º Ano da Licenciatura em Matemática – Ramo Ensino, visando preparar adequadamente os futuros professores para uma mais frequente e correcta utilização das TIC em sala de aula. Posteriormente, o efeito de tal formação na prática docente dos professores estagiários foi avaliado, bem como o impacto das suas aulas com recurso às TIC sobre os alunos do Ensino Secundário.

Desse terceiro e último estudo de caso, concluiu-se que:

- Uma formação de base em Informática, na Universidade, serve para nivelar todos os alunos e fazer com que os estagiários se sintam mais seguros para utilizar as TIC em sala de aula.
- A cadeira de Métodos Computacionais no Ensino da Matemática — ou cadeira equivalente da licenciatura voltada para o estudo da TIC no Ensino — deve ser antecedida de outra onde sejam vistos os conceitos básicos de Informática, nomeadamente sobre estrutura e organização de computadores, sistemas operativos e *software* utilitário, incluindo editores de texto, folhas de cálculo electrónicas, *software* de apresentação e gerenciadores de bases de dados.
- As aulas práticas da referida cadeira devem permitir o contacto directo dos professores em formação com equipamentos multimédia (projectores multimédia, gravadores de CD, gravadores de DVD, *scanners*, câmaras digitais, câmaras de vídeo digitais).
- Os orientadores de estágio possuem formação e conhecimentos distintos em relação às TIC, por terem se licenciado em diferentes épocas, o que acaba por influir na utilização que os seus estagiários fazem das TIC em sala de aula.
- O uso das TIC, além de favorecer o aumento da motivação dos alunos para a realização das tarefas escolares, contribui para a criação de ambientes de aprendizagem mais ricos, os quais possibilitam que os mesmos assimilem e construam o conhecimento matemático de forma mais apoiada, eficiente e significativa.
- A utilização da Internet pode ainda contribuir para a melhoria do relacionamento entre professores e alunos, ao proporcionar uma comunicação mais próxima e efectiva, especialmente com aqueles que tendem a ser mais retraídos em sala de aula.

## 5 Sumário dos Principais Resultados

Os principais resultados obtidos nos três estudos de caso que constituíram a investigação aqui relatada — alguns dos quais corroborando estudos anteriores, a nível nacional, realizados em Portugal continental [9] — são a seguir enumerados:

1. Geometria é o conteúdo do 10º Ano em que os professores estagiários menos utilizam as TIC em sala de aula.
2. A formação em TIC recebida durante a licenciatura não é suficiente para enfrentar a realidade da sala de aula.
3. É necessário uma formação básica inicial para utilização das TIC.
4. As aulas com auxílio das TIC são mais produtivas, porém apenas quando o professor se sente à vontade na sua utilização.
5. Os programas curriculares extensos fazem com que os professores tenham receio de perder aulas ao levarem os alunos para os laboratórios e salas de Informática.
6. As aplicações devem ser exploradas de acordo com o programa curricular e sua adequação a cada tema deve ser previamente avaliada.
7. A pouca disponibilidade de equipamento informático nas escolas é indicado como sendo um dos principais obstáculos à utilização das TIC.
8. A escola, para oferecer boas condições em termos de disponibilidade de TIC, tem de ter professores que solicitem tais recursos.
9. A utilização da Internet como apoio ao ensino pode contribuir para minimizar os problemas decorrentes da carência de meios materiais adequados.
10. Os orientadores influenciam seus orientandos na utilização que os mesmos fazem das TIC.
11. Uma melhor formação na utilização de *softwares* de Geometria Dinâmica pode fazer com que os estagiários se sintam mais à vontade para utilizá-los em suas aulas.
12. A exploração das aplicações é primordial para o desenvolvimento da vontade necessária para a sua utilização.
13. A língua estrangeira pode ser uma barreira à exploração de novas ferramentas de ensino.
14. A reacção dos estagiários à exploração de *softwares* específico está relacionada com a formação pré-universitária que os mesmos possuem.
15. A formação para a utilização das TIC, na Universidade, não deve ser feita no mesmo ano do estágio.
16. As escolas precisam de investir na aquisição de um maior número de projectores multimédia, pois actualmente muitos professores já possuem computador portátil.
17. Um dos obstáculos à utilização de *sites* de apoio às aulas é o facto de muitos alunos não terem acesso à Internet a partir de casa e a escola não dispor de melhores meios informáticos e de comunicação.
18. A utilização da Internet pode contribuir para o estabelecimento de uma nova relação aluno-professor.
19. A comunicação por *e-mail*, com o professor, parece ser mais efectiva com alunos do 3º Ciclo do Ensino Básico do que com alunos do Secundário.
20. A utilização das TIC pelos orientadores ainda é pouca, com excepção das calculadoras.
21. Os actuais estagiários estão muito voltados para a utilização das TIC.
22. Uma boa formação pode mudar a perspectiva do futuro professor em relação ao uso das TIC.
23. Muitos professores não fazem uma maior utilização das TIC no ensino por não se sentirem à vontade com as ferramentas de que dispõem.
24. As aulas de 50 minutos não são ideais para actividades em laboratórios.
25. Uma boa formação em TIC faz com que os professores vençam as barreiras impostas pela falta de equipamento e de boas instalações.

## 6 Conclusões

A cadeira de Métodos Computacionais no Ensino da Matemática — do 4º ano da licenciatura em Matemática (Ramo Ensino) da UMa — foi leccionada pela primeira autora, que, logo após, orientou esses mesmos alunos em situação de estágio.

É de esperar que os professores estagiários procurassem planejar as suas aulas de modo a fazer uso das TIC naquelas que provavelmente viriam a ser assistidas pela orientadora.

Entretanto, a preocupação da mesma, enquanto responsável por uma pequena parte da formação inicial dos futuros professores de Matemática, foi o uso que esses viriam a fazer dessas tecnologias na sua prática lectiva presente e futura.

Deve-se aqui ressaltar que as TIC nem sempre foram bem utilizadas, já que alguns professores estagiários, fascinados com o espectáculo que essas ferramentas podem proporcionar, algumas vezes acabaram por esquecer o principal objectivo da aula.

Algumas das actividades realizadas nos laboratórios de Informática para a aprendizagem e exploração de determinados conceitos matemáticos também não seriam necessárias, por existirem outras formas mais clássicas, e igualmente eficientes, de apresentar tais conceitos. É claro que foram importantes os erros e acertos dos professores estagiários para que, nas discussões com o grande grupo, todos pudessem aprender.

Merece destaque o facto de que também foram assistidas aulas nesses laboratórios onde alguns alunos, usualmente desinteressados, revelaram um envolvimento bastante superior ao normalmente apresentado, demonstrando interesse e auto-confiança na resolução das actividades de natureza exploratória e investigativa propostas pelos professores estagiários.

Foram ainda observadas outras aulas em que os estagiários, com o auxílio de equipamento por eles levado para a sala de aula e com recurso a estratégias de trabalho em grupo, propiciaram aos alunos a realização de actividades de investigação de uma forma mais autónoma e participativa.

Finalmente, em vista do que foi anteriormente exposto, acredita-se que uma boa formação pode mudar a perspectiva dos futuros professores em relação ao uso das TIC. Fundamentalmente, tal formação pode animar os professores recém licenciados a usar as TIC com proveito pedagógico, de forma a que, senão hoje, amanhã se faça uma “escola de futuro”.

## Referências Bibliográficas

1. Bell, J.: Doing your research project: A guide for first-time researchers in education and social science. 2ª ed. Open University Press, Buckingham (1993).
2. Bogdan, R., Biklen, S.: Investigação qualitativa em educação. Porto Editora, Porto (1994).
3. Brown, S., McIntyre, D.: An action-research approach to innovation in centralized educational systems. *European Journal of Science Education* 3 (1981) 243–258.
4. Cohen, L., Manion, L.: Research methods in education. 3ª ed. Routledge, London (1989).
5. Elliot, J. et al.: Investigación en el aula. Generalitat Valenciana, Valencia (1986).
6. Lavoie, L., Marquis, D., Laurin, P.: La recherche-action: théorie et pratique. Presses de l'Université du Québec, Sainte-Foy (1996).
7. Lessard-Hébert, M., Goyette, G., Boutin, G.: Investigação qualitativa: fundamentos e práticas. Instituto Piaget, Lisboa (1994).
8. Nisbet, J., Watt, J.: Case study. *Guides in Educational Research, Readguide 26*. School of Education, University of Nottingham, Nottingham (1978).
9. Paiva, J.: As tecnologias de informação e comunicação: utilização pelos professores. Departamento de Avaliação Prospectiva e Planeamento, Ministério da Educação, Lisboa (2002).
10. Yin, R. K.: Case study research: Design and methods. 2ª ed.: SAGE Publ., Thousand Oaks (1994).