
Inovação no ensino da Matemática

Albano Silva
E. P. Marquesa de Alorna

Ana Paula Canavarro, Henrique M. Guimarães
Faculdade de Ciências de Lisboa

Introdução

O Projecto DIC¹ — “Dinâmicas de Inovação Curricular e Processos de Formação” — é um projecto com sede no Departamento de Educação da Faculdade de Ciências de Lisboa (DEFCUL) e desenvolve as suas actividades desde 1990, constituído por uma equipa de cinco pessoas e com uma duração prevista de 3 anos. Tem como principal objectivo conhecer aprofundadamente e de forma tão completa quanto possível como se desenvolvem os processos de mudança curricular ao nível do ensino da Matemática em Portugal e de que modo esses processos podem ser apoiados e fortalecidos.

Na verdade, no nosso país, têm vindo a desenvolver-se, nos últimos anos, muitas actividades com carácter inovador no ensino da Matemática. Em muitos casos surgem espontaneamente nas escolas pela iniciativa de um professor ou de um grupo de professores e desenvolvem-se autonomamente, noutras surgem enquadradas em projectos e são despoletados por elementos exteriores às escolas. Embora acarretem grande esforço, empenhamento e até entusiasmo da parte dos seus intervenientes mais directos, essas actividades deixam em geral poucos *rastos* sendo assim mal conhecidas, quer ao nível da sua concepção e concretização quer ao nível dos produtos desenvolvidos.

Assim entre as principais questões em estudo no projecto estão: Quais são as principais ideias que têm estado na base dos processos de inovação e quais as que se têm revelado mais frutuosas (resolução de problemas, utilização de materiais e tecnologia, ligação Matemática-realidade e outras disciplinas, diversificação de formas de trabalho e situações de aprendizagem)? Como se desencadeiam esses processos nas escolas, e como decorrem (de quem é a iniciativa, que apoio têm, que importância tem este apoio, que dificuldades se identificaram)? De que tipo são as actividades de inovação (lectivas, curriculares, disciplinares)? Que relação existe entre as actividades de inovação e a escola onde se desenvolvem? Que repercussões têm (na escola, nos professores, nos alunos)? Qual o papel e a importância de programas de formação (porque se inscrevem os professores, que contributo lhes atribuem, que características dos programas mais efectivos)?

Para responder aos seus objectivos e questões, têm vindo a desenvolver-se vários tipos de actividades: 1) discussão e reflexão, por um lado sobre aspectos teóricos relacionado com as problemáticas da inovação e mudança, da formação de professores e do ensino e aprendizagem em Matemática, e, por outro lado, sobre aspectos metodológicos de investigação em educação; 2) recolha, sistematização e análise de actividades de inovação no ensino da Matemática em Portugal; e, 3) condução de estudos de caso em escolas que têm em curso actividades de inovação.

Este artigo incidirá precisamente sobre a recolha, sistematização e análise, que temos vindo a realizar, de experiências de inovação realizadas no nosso país. Apresentaremos apenas parte desse trabalho e que consistiu na análise de cerca de 30 experiências com elementos inovadores no âmbito dos objectivos e metodologias de ensino, das actividades de aprendizagem e do papel do professor e do aluno. Trata-se de um trabalho, por um lado de natureza exploratória na medida em que se procuram identificar nas actividades aspectos que se evidenciassem como relevantes para a sua caracterização e, por outro lado, de natureza descritivo-analítica na medida em que se visava essa caracterização através de um conjunto de categorias que, nos seus aspectos essenciais, foram previamente definidas para a análise das actividades.

A recolha de dados incidiu sobre actividades realizadas entre 1985 e 1991 e foi efectuada essencialmente a partir de fontes documentais, tendo também sido recolhidos dados *ao vivo*, junto de intervenientes nas actividades. A pesquisa documental foi realizada em artigos de revista ou livro editado, actas de encontros de professores e outras publicações. Essa recolha cobriu assim as revistas *Educação e Matemática*, *O Professor*, *Aprender*, *Boletim da SPM* bem

como as actas dos *ProfMat*, as actas das *Semanas de LOGO*, publicações do Projecto Minerva (Pólo do DEFCUL) e algumas teses de mestrado.

Antes de se partir para a recolha procedeu-se a uma discussão entre os elementos do projecto, visando criar um conjunto de parâmetros comuns que servissem de critérios para a selecção das experiências. Como pretendíamos analisar experiências de inovação, decidiu-se orientar a recolha no sentido de identificar experiências que contivessem elementos que marcassem alguma diferença relativamente à prática de ensino que assumíamos como mais habitual, quer ao nível dos objectivos (por exemplo, que contemplassem objectivos não só de conhecimento, e de nível mais elevado), quer ao nível das metodologias e actividades de aprendizagem (por exemplo, que incluíssem metodologias activas e actividades diversificadas contemplando a resolução de problemas, a ligação da Matemática com a realidade e outras disciplinas, a utilização de materiais e de tecnologia), quer ainda ao nível dos assuntos trabalhados (por exemplo, que propusessem o estudo de temas não curriculares ou ênfases diferentes em assuntos do currículo).

Foi, além disso, elaborada uma ficha contendo campos onde se registavam os elementos identificativos e descritivos das experiências e ainda um local onde a pessoa que fazia o registo colocava os seus comentários, muito em particular no que diz respeito às características inovadoras da actividade em questão. Elaborou-se também um guião explicativo do preenchimento dos diversos campos da ficha.

As diversas fontes foram distribuídas pelos elementos do projecto que, para cada experiência identificada, preenchiam uma ficha de registo. O conjunto das fichas obtidas, que cobriam os três ciclos do Ensino Básico e o Ensino Secundário, deram origem a um dossier que constituiu o material informativo que serviu para a análise das actividades. Para a análise dos dados obtidos começou-se por definir um conjunto de categorias elaboradas com base nos campos da ficha de registo de actividades. Foram assim definidas as seguintes categorias: identificação, propósito, âmbito, duração, iniciativa, enquadramento, incidência e consequências.

Com a primeira categoria — *identificação* — pretendemos discriminar as experiências de acordo com a localização geográfica das escolas onde se realizaram, o ano ou anos em que decorreram e o ciclo de escolaridade a que diziam respeito.

No que diz respeito ao *propósito* com que as experiências foram realizadas, todas as que analisámos, são, naturalmente, experiências de ensino, uma vez que todas elas envolvem a interacção entre professor e alunos visando, nestes

últimos, aquisições e desenvolvimentos educacionais, no quadro curricular estabelecido ou proposto pela experiência. No entanto, como veremos, há casos em que a intenção que preside à realização da experiência não se esgota com o ensino. Por esta razão, nesta categoria, agrupámos as experiências em três grupos: experiências *de ensino*, *de desenvolvimento curricular* e *de investigação*. No primeiro dos grupos incluíram-se as experiências que consistiram, exclusivamente, na planificação e realização de actividades de ensino e aprendizagem. No segundo grupo, incluíram-se as experiências que pretendiam pôr em prática, no todo ou em parte, um currículo de Matemática, com maior ou menor grau de modificação em relação ao currículo em vigor. Por fim, no terceiro grupo incluíram-se experiências, de contornos e objectivos suficientemente definidos, visando a produção de conhecimento no âmbito do estudo de um problema específico do ensino e aprendizagem da Matemática.

No que se refere ao que chamámos *âmbito* da experiência, as experiências que estudámos foram analisadas sob três pontos de vista definidos pelas seguintes “oposições”: *lectivo/não lectivo*, *curricular/extra-curricular* e *disciplinar/interdisciplinar*. No primeiro caso, discriminam-se as experiências pelo facto das actividades de aprendizagem, no seu essencial, decorrerem, ou não, em aula, nos espaços institucionalmente pré-estabelecidos; no segundo caso, a discriminação é realizada pelo facto das aprendizagens incidirem, ou não, sobre o currículo pré-definido; e, no terceiro caso, isso acontece pelo facto das actividades desenvolvidas nas experiências se proporem, ou não, a alguma forma de integração disciplinar da Matemática com outra(s) disciplina(s).

Com a *duração* das experiências queremos-nos referir ao período temporal em que essas experiências decorreram. Aqui propomos igualmente três grupos: experiências de duração superior a 1 ano, de 1 ano de duração e duração inferior a 1 ano.

Relativamente à categoria *iniciativa*, visámos discriminar as experiências de acordo com o modo como surgiram na escola, tendo sido definidos três grupos: as de *iniciativa dos professores*, se a experiência tinha origem no interior da escola, através de um ou mais dos seus professores; as de *iniciativa exterior*, se a experiência era proposta por um ou mais elementos de fora da escola que mantinham uma responsabilidade e um contacto mais ou menos permanentes com a experiência; e, as de *iniciativa mista*, se a experiência tinha tido lugar após alguma forma de negociação entre elementos da escola e de fora da escola, podendo-se assim falar de responsabilidade partilhada na concepção e desenvolvimento da experiência em questão.

Com a categoria *enquadramento* referimo-nos ao eventual apoio que as

experiências tiveram, com ou sem apoio exterior, prevendo ainda, nesta última hipótese os casos em que existia uma equipa de professores ou apenas um único professor a cargo da experiência.

No que se refere à *incidência* da experiência ela diz respeito ao foco, ou objecto principal sobre o qual a experiência incide. Esta categoria abarca assim os temas que as experiências abordam, as suas principais ênfases ou objectivos, as metodologias postas em acção, os materiais utilizados, os espaços a que recorrem.

Por fim, na categoria *consequências* incluímos as apreciações efectuadas pelos autores das experiências relativas aos resultados que obtiveram e outro tipo de comentários que pudessem ser interpretados como traços que a experiência possa ter deixado nos seus intervenientes. Para além disso são também incluídos os materiais produzidos, bem como as comunicações ou outra forma de divulgação de que foram objecto em encontros de professores e os artigos publicados em revista, livros ou teses a que deram origem.

Assim, de acordo as categorias que acabámos de descrever, as experiências foram analisadas, no seu conjunto e por ciclo de escolaridade. Um elemento do projecto analisou as experiências do 1º e 2º Ciclos do Ensino Básico, outro as do 3º Ciclo e outro as do Ensino Secundário. As análises efectuadas nos vários casos foram depois confrontadas entre si para identificar eventuais semelhanças ou contrastes e visando uma maior uniformização.

Apresentação de resultados

Nesta secção apresentaremos os resultados principais das 28 experiências analisadas, segundo as categorias já enunciadas: identificação; propósito, âmbito e duração; iniciativa e enquadramento; incidência; consequências.

Identificação

As experiências cujos registos se analisaram decorreram entre 1985 e 1991, encontrando-se uma delas ainda em curso (termina em 1992). Em termos geográficos as experiências analisadas decorreram em diversas localidades do País, de Bragança a Tavira, com principal incidência na zona denominada da grande Lisboa (19)².

O 3º Ciclo de Escolaridade (figura 1) reúne, só por si, metade das experiências analisadas tendo as restantes sido realizadas nos outros níveis de

escolaridade, em número sensivelmente igual em cada um.

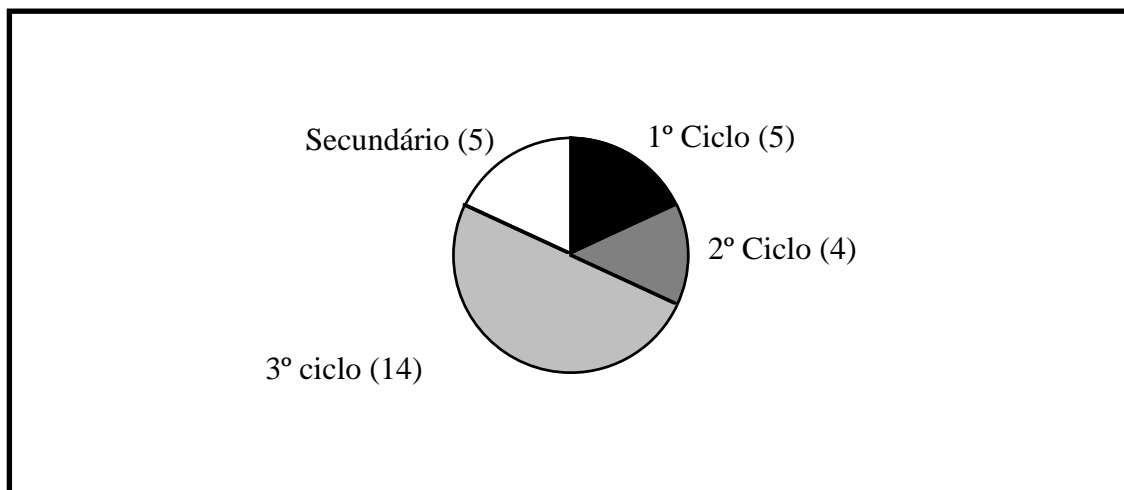


Figura 1. Número de experiências por ciclo de escolaridade.

Propósito, âmbito, duração

As experiências analisadas são, em geral, *experiências de ensino* (23), quase sempre de âmbito lectivo, curricular e disciplinar (envolvendo apenas a disciplina de Matemática) e que decorreram durante algumas aulas. Foram apenas identificadas duas experiências de ensino de âmbito não-lectivo uma curricular de apoio pedagógico (2º Ciclo) e outra extra-curricular (3º Ciclo), esta também de âmbito interdisciplinar (ver figuras 2, 3 e 4).

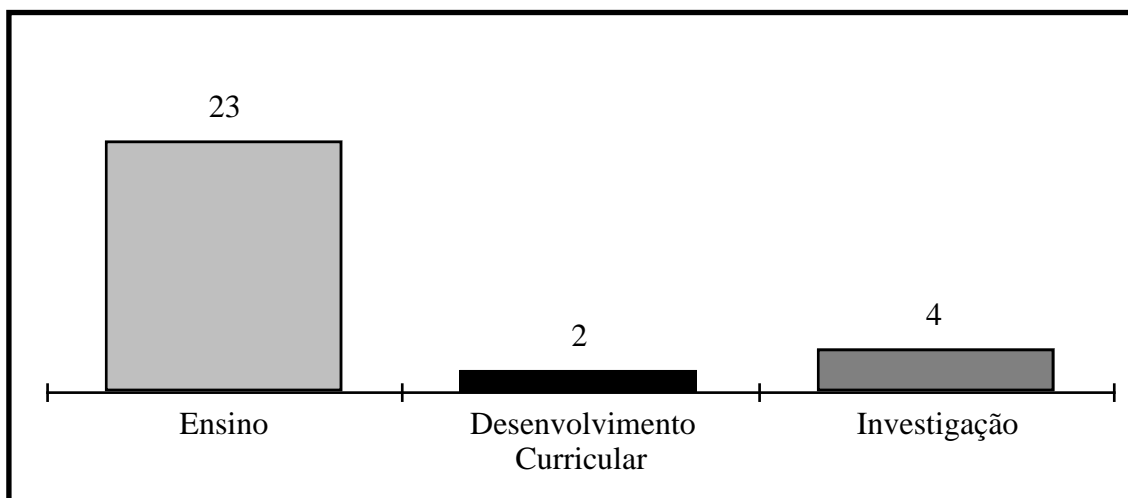


Figura 2. Propósito principal das experiências.

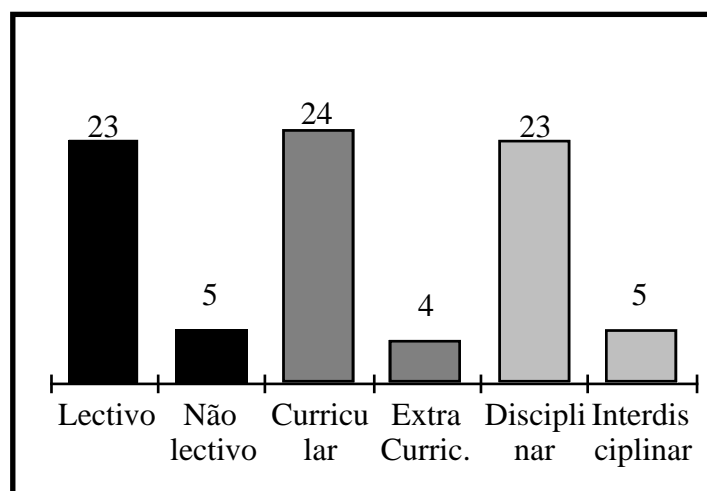


Figura 3. Âmbito das experiências.

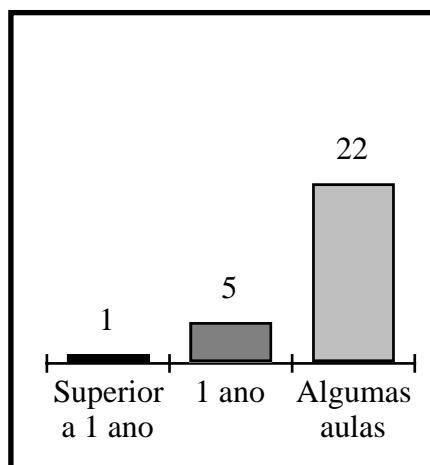


Figura 4. Duração das experiências.

Destas *experiências de ensino*, quatro tiveram uma duração mais prolongada, tendo decorrido ao longo de um ano lectivo. Duas delas foram experiências de âmbito extra-curricular e não-lectivo (3º Ciclo).

Foram identificadas cinco *experiências de ensino* de âmbito interdisciplinar, todas referentes ao Ensino Básico, duas envolvendo grande parte das áreas/disciplinas do respectivo ciclo (1º e 2º Ciclos) e as restantes, envolvendo apenas uma outra disciplina (Física ou Educação Visual). Saliente-se que as experiências que envolveram a Matemática e a Física foram experiências não-lectivas e extra-curriculares.

Como *experiências de desenvolvimento curricular*, foram apenas identificadas duas experiências (3º Ciclo), uma das quais, visando a concepção, implementação e avaliação de um currículo de Matemática para o 7º, 8º e 9º Ano de Escolaridade, considerada também como *experiência de investigação*³ uma vez que continha componentes com este propósito. Em ambos estes casos as experiências podem ser consideradas de longa duração (1 e 3 anos).

Foram ainda identificadas três outras *experiências de investigação* — uma no 1º Ciclo, outra no 2º Ciclo e outra no Ensino Secundário — estas de duração inferior a um ano. Numa delas, por exemplo, para além da ênfase dada à resolução de problemas no processo de ensino, existiu preocupação e propósito de identificar, recolher e analisar as estratégias utilizadas pelos alunos na sua resolução. Destas três experiências referidas, todas são de âmbito lectivo, curricular e disciplinar.

Iniciativa, Enquadramento

Cerca de metade (13) das experiências analisadas são da iniciativa exclusiva dos professores nas escolas, correspondendo a projectos cuja concepção é da sua responsabilidade, sete das quais realizaram-se no 3º Ciclo e as outras em cada um dos outros níveis de escolaridade, em número sensivelmente igual (ver figuras 5 e 6).

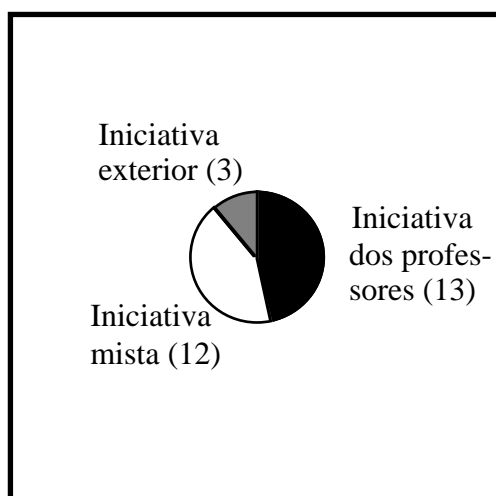


Figura 5. Iniciativa das experiências.

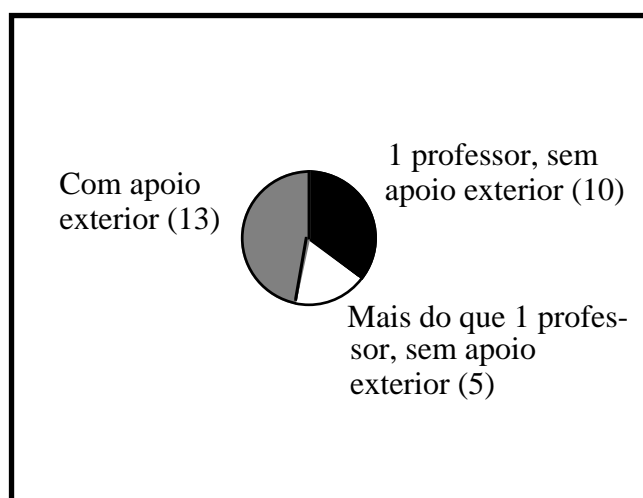


Figura 6. Enquadramento das experiências.

Nas restantes experiências, a iniciativa ou foi mista (12) contando com a participação de elementos de fora da escola, podendo ou não existir algum apoio exterior, ou foi exclusivamente externa (3), correspondendo neste caso, duas delas, a projectos propostos no âmbito de trabalhos de investigação (teses de mestrado) e outra a uma experiência de apoio pedagógico no 2º Ciclo, com a utilização de computadores, em que a iniciativa partiu de professoras directamente ligadas a pólos do Projecto MINERVA.

Cerca de metade das experiências analisadas (15) são experiências “isoladas”, isto é, em que o professor actua sozinho (10) ou com outros elementos da mesma escola (5). Nas restantes (13) existiu apoio exterior, em geral do Projecto Minerva ou do DEFCUL que assumiu a forma de apoio logístico, de formação ou de acompanhamento da experiência.

Todas as *experiências de investigação* (4) realizaram-se com apoio exterior, uma delas autorizada pela Direcção Geral do Ensino Básico e Secundário e com apoio da Fundação Calouste Gulbenkian e do Departamento de Educação da Faculdade de Ciências de Lisboa. As restantes foram motivadas por trabalhos no âmbito da realização de teses (mestrados ou provas de aptidão).

Incidência

À excepção de três experiências curriculares não temáticas que se realizaram no 1º Ciclo, todas as outras experiências de âmbito curricular (21) trabalharam um (ou mais) tema(s) matemático(s), sendo a geometria o de maior incidência (11). Outros dos temas utilizados foram as funções, a Trigonometria (estes os de maior incidência nas experiências do Ensino Secundário), a proporcionalidade e a estatística. As experiências de âmbito extra-curricular (4) não incidiram sobre nenhum tema matemático específico, tendo como incidência principal o desenvolvimento de capacidades e atitudes, nomeadamente através da realização de actividades de investigação e de resolução de problemas (3) e de actividades de programação inseridas num trabalho projecto (1).

No que diz respeito a metodologias de ensino, a realização de actividades de exploração ou de investigação (13) e de resolução de problemas (12) mereceu atenção especial em grande parte das experiências analisadas, qualquer que seja o nível de escolaridade considerado. Quase todas as experiências utilizaram o trabalho em pequenos grupos, sendo mesmo, este estilo de trabalho, uma componente essencial de algumas (4) das experiências e, em

quatro das experiências, todas no Ensino Básico, foi utilizado o trabalho de projecto. Os aspectos de comunicação envolvendo nomeadamente discussão colectiva (9) e elaboração de relatórios escritos (9) foram também aspectos que se evidenciaram, neste último caso sobretudo nos últimos anos de escolaridade.

As relações da Matemática com a realidade envolvendo, nomeadamente, aplicações da Matemática e actividades de modelação, tiveram um papel importante em algumas das experiências analisadas (9) evidenciando-se este aspecto em experiências do 3º Ciclo e do Ensino Secundário.

Os computadores foram largamente utilizados (19), qualquer que seja o nível de escolaridade considerado, como instrumento de apoio à realização de actividades de exploração ou investigação e de resolução de problemas (16) e, ainda como máquina a programar (1) e como metáfora de um conceito matemático (1). A linguagem Logo (10), mais utilizada nos anos de escolaridade iniciais e a folha de cálculo electrónica (6) foram os *instrumentos* computacionais mais usados. Programas de desenho, de simulação, de funções e o Logo.Geometria são exemplos de programas que também se utilizaram (ver figura 7).

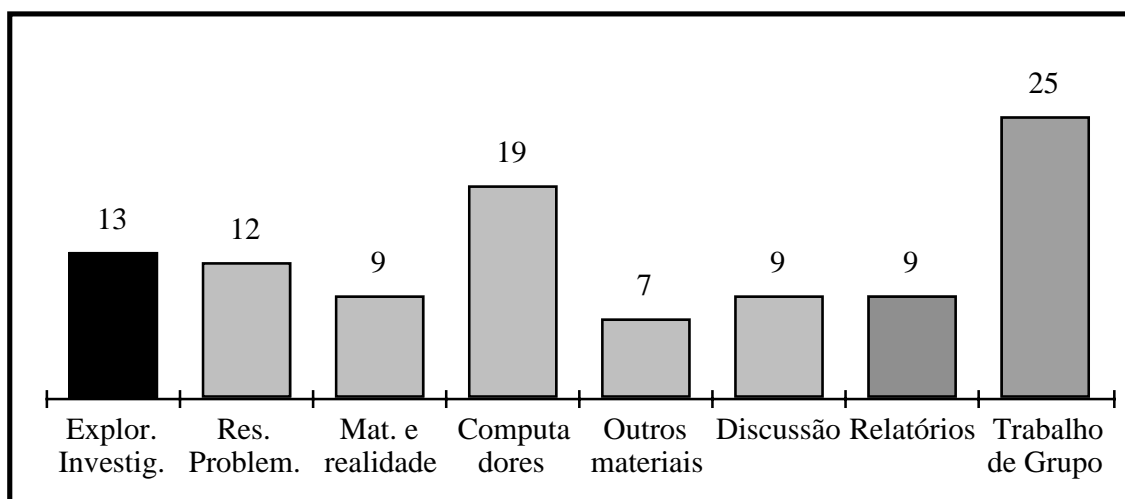


Figura 7. Incidência das experiências.

Em algumas experiências (7) foram também utilizados materiais de natureza diversa como a calculadora ou material de tipo manipulativo (como por exemplo, o geoplano, espelhos, figuras em cartolina). A existência deste tipo de materiais ocorreu frequentemente em actividades paralelas à utilização do

computador, tal como as fichas de trabalho, estas de uso mais largamente generalizado.

Apesar da utilização, em alguns casos, de salas de computadores, bibliotecas ou espaços polivalentes, a sala de aula foi o espaço de trabalho mais frequentemente utilizado.

Consequências

Os autores das experiências analisadas fazem, em geral, uma avaliação positiva dos seus resultados (melhor ambiente e relações em aula, melhor aquisição e desenvolvimento de conceitos, capacidades, atitudes e métodos de trabalho, maior grau de interesse e participação dos alunos) embora em alguns casos (5) refiram também a existência de dificuldades (tempo, currículo, avaliação, gestão da aula, logística). Há casos (7) em que não são dados elementos de avaliação das experiências realizadas

Todas as experiências analisadas foram divulgadas, tendo sido objecto de comunicações em encontros ou congressos de professores (19) ou de artigos em revista (11). Não são, em geral, identificadas nas fontes outras repercussões da experiência realizada (transparece, contudo, em alguns casos a vontade de repetir, alargar ou aperfeiçoar a experiência realizada).

As experiências, na sua generalidade, produziram material para utilização didáctica, nomeadamente, fichas informativas e de trabalho, material informático (programas, ficheiros) e material de tipo manipulativo.

Considerações finais

Tentando sintetizar as principais características das experiências analisadas, podemos dizer que estas são essencialmente experiências desenvolvidas com o propósito de ensino, de âmbito lectivo, curricular e disciplinar, que decorreram, na sua maioria, durante algumas aulas. No que diz respeito à iniciativa das experiências, na quase totalidade dos casos está presente o professor que as desenvolveu, sendo a iniciativa exclusivamente sua ou contando com o impulso de alguém exterior à escola. O número de experiências que beneficiou de um enquadramento externo é sensivelmente igual ao que se desenvolveu sem qualquer apoio exterior à escola, sendo neste último caso tendencialmente protagonizadas por um único professor.

Os elementos inovadores que mais se salientaram nas experiências que

analisámos situam-se ao nível das metodologias de ensino e ao nível dos objectivos e papel crucial da aprendizagem. Destaca-se que a quase totalidade das experiências deu grande relevo ao desenvolvimento de capacidades, atitudes e métodos de trabalho por parte do alunos bem como à utilização de abordagens, estilos de trabalho e materiais diversificados.

A utilização do computador constitui o elemento inovador encontrado com maior frequência nas experiências analisadas, sendo na grande maioria perspectivado como um instrumento de trabalho, associado, em particular, à resolução de problemas ou à realização de actividades de exploração e de investigação.

Também a utilização de abordagens como a resolução de problemas, situações de exploração e investigação, situações de aplicação da Matemática, actividades de modelação e actividades lúdicas, assumiram uma grande expressão como elementos inovadores das experiências analisadas.

Igualmente a destacar pela grande frequência está a utilização de estilos de trabalho diversos, sendo de salientar a forte tendência para o trabalho de grupo, e a ênfase dada aos aspectos da comunicação matemática, quer através da promoção da discussão colectiva na aula quer através da elaboração de relatórios escritos.

Relembramos que os resultados agora apresentados foram obtidos tendo por base 28 experiências que correspondem aos critérios amplos que definimos para seleccionar as experiências como inovadoras. Actualmente, encontramos-nos numa fase de alargamento deste *banco* de experiências, continuando a sua recolha, realizando o seu registo em ficha própria e fazendo a respectiva análise.

Uma dificuldade com que até à data nos temos confrontado situa-se ao nível do preenchimento da ficha de registo das experiências que tem a ver com o facto de a grande parte dos artigos de divulgação das experiências, que constituem essencialmente a nossa maior fonte de informação, não incluírem alguns dados que, no nosso entender, permitiriam um registo e uma consequente análise mais completa da experiência.

Para além do *banco* de experiências, um outro produto deste nosso trabalho, que está actualmente em fase de desenvolvimento, consiste na publicação de um relatório final descritivo/analítico que incluirá as fichas de registo preenchidas. Espera-se que o relatório contribua para o conhecimento mais concreto e abrangente do fenómeno das inovações espontâneas que vão acontecendo no nosso país na área do ensino da Matemática.

Notas

¹ Este projecto, do qual fazem também parte, João Pedro da Ponte (Coordenador do Projecto) e Leonor Cunha Leal, é subsidiado pela Junta Nacional de Investigação Científica e Tecnológica, contrato nº PCTS/P/ETC/12/90.

² Ao longo do texto, os números indicados entre parêntesis dizem respeito às experiências que, em cada caso, foram imediatamente acabadas de referir.

³ Esta dupla classificação da experiência justifica a diferença entre a soma dos números representados pelas barras da figura 1 e o total das experiências.

Albano Silva, E. P. Marquesa de Alorna, R. Dr. Júlio Dantas, 1000 LISBOA.

Ana Paula Canavarro, Henrique M. Guimarães, Departamento de Educação da Faculdade de Ciências de Lisboa, R. Ernesto Vasconcelos, Ed. C1, 3º Piso, 1700 LISBOA.