

Reorganização Curricular da Geometria: uma experiência no 6.º ano de escolaridade

Paula Cristina Rebelo
Escola E. B. 2, 3 Abel Varzim
Alexandra Gomes
IE/CIEC — Universidade do Minho

Introdução

O insucesso escolar e muito particularmente, a Matemática, não é um fenómeno apenas da actualidade. Na verdade, parece ter sempre existido ao longo da história do ensino em Portugal, porém, não com o impacto que hoje lhe atribuímos. Quando o desempenho dos nossos alunos começou a ser confrontado com os de alunos de outros países (estudos do SIAEP — *Second International Assessment of Educational Progress*, efectuados em 1990/91 com crianças entre os 9 e 13 anos; TIMSS — *Third International Mathematics and Science Study*, aplicado em 1995 a alunos do 7.º e 8.º Anos de escolaridade e o PISA — *Programme for International Student Assessment*, em 2003 e 2009, aplicado a jovens de 15 anos) o ensino da Matemática começou a merecer maior atenção e preocupação. Os maus resultados obtidos pelos nossos alunos, em matemática, quer nos estudos internacionais quer nas provas nacionais de aferição e nos exames de 9.º e de 12.º anos, têm vindo a ser manchete em vários meios de comunicação social, tornando pública uma situação embaraçosa do sistema de ensino Português, apontando falhas significativas ao nível do ensino e aprendizagem desta disciplina.

Fazendo uma análise aos resultados obtidos nas provas de aferição do 6.º ano nos últimos 10 anos (nos anos em que foram divulgados relatórios pelo GAVE) verifica-se que, uma das áreas temáticas onde os alunos apresentam sistematicamente maiores dificuldades é a área de Geometria, sendo que as maiores dificuldades surgem nos itens de resolução de problemas.

Ao longo das últimas décadas inúmeros investigadores têm procurado analisar e encontrar explicações para a situação do insucesso a matemática que envolve entre muitos, problemas sociais, políticos, económicos e até culturais. São várias as recomendações apresentadas, com base nas investigações, no sentido de melhorar as aprendizagens dos alunos. Muitas dessas orientações incluem a necessidade de um desenvolvimento curricular mais efectivo por parte dos professores e alterações ao nível do ensino e aprendizagem da disciplina.

Em 2005, o Relatório Nacional (DGIDC, 2005), apontava as seguintes medidas relativamente ao ensino e aprendizagem da Matemática:

- Investir em experiências educativas que promovam o desenvolvimento da competência Matemática que facilite e consolide as aprendizagens;
- Investir na aquisição de competências de comunicação pela utilização de questões que implicam a utilização de esquemas de raciocínio;
- Focalizar o processo de ensino/aprendizagem na resolução de problemas não rotineiros que permitam utilizar todas as competências adquiridas.

Mais recentemente, em 2007, foi publicado o novo Programa de Matemática do Ensino Básico, PMEB, (DGIDC, 2007) que sugere várias mudanças curriculares, mais concretamente ao nível da gestão do currículo e das práticas de ensino e aprendizagem na sala de aula.

Como referem Nunes e Ponte (2010)

(...) espera-se que os professores ensinem Matemática com significado para os seus alunos de modo que lhes seja possível atingir as metas de aprendizagens estabelecidas pelas orientações curriculares, no contexto de atividades autênticas. (p. 73)

Neste contexto, o estudo que aqui se apresenta pretende analisar as consequências que uma reorganização curricular da unidade temática de Geometria, através de uma metodologia de Trabalho de Projeto, poderá ter nos alunos de uma turma de 6.º ano de escolaridade. O que se pretende é mostrar uma forma diferente de encarar o ensino e a aprendizagem da geometria que promova o desenvolvimento de aspectos de natureza cognitiva e constitua uma experiência significativa para os alunos.

Desenvolvimento curricular

O desenvolvimento curricular, assim como o conceito de currículo, apresenta diversas definições e interpretações. De uma forma simplista poder-se-á dizer que o desenvolvimento curricular é “o motor de arranque” de uma prática educativa, quer seja de uma escola ou de uma turma. Assim, quando se faz uma interpretação e adaptação de um currículo nacional a um grupo de alunos, dizemos que estamos perante um processo de desenvolvimento curricular, ou seja, quando se planifica, organiza, e adequa o ensino a um público previamente caracterizado e definido. Neste sentido, todos os anos lectivos, uma escola, um grupo de professores, ou mesmo um professor, pode desenvolver o mesmo currículo de formas diferentes.

Para Ponte (2005) o desenvolvimento curricular realizado pelo professor implica uma (re)construção do currículo tendo por base as características dos seus alunos e as suas condições de trabalho. O professor ocupa assim um lugar de relevo no desenvolvimento do

currículo pois é ele quem o “percebe”, quem o planifica e o coloca em prática, ou seja, mais que um mero “aplicador”, o professor é o construtor de um projeto que irá pôr em prática. É com base nesta perspectiva que este é visto como a peça fundamental de um puzzle complexo como é a Educação.

Em Portugal, assim como noutros países, a elaboração do currículo esteve durante várias décadas a cargo de um grupo de especialistas cabendo apenas, ao professor, a tarefa de “pôr em prática” as orientações que outros determinavam. A distância entre o currículo prescrito nos documentos oficiais e aquele que é implementado na sala de aula, é talvez um dos maiores entraves à não concretização do currículo, tal como foi delineado pelos seus autores. Várias investigações (Abrantes, Matos e Ponte, 1998; APM, 1998; Garção, 2004) referiam que o papel do professor enquanto agente interveniente no desenvolvimento do currículo continuava a ser muito escasso e deficitário ao nível da sala de aula.

Em 2000, o National Council of Teachers of Mathematics (NCTM) publicou o *Principles & Standards for school mathematics*, onde traça seis princípios importantes para a Matemática escolar do século XXI. Segundo esta organização, o currículo deve ser coerente e efectivo, ou seja: é necessário que as ideias Matemáticas se relacionem umas com as outras e que permitam a sua construção; deve focar-se no que é importante e essencial para os alunos prosseguirem estudos, caso o pretendam, e para serem capazes de dar resposta aos mais variados problemas do seu dia-a-dia para além de os desafiar a aprenderem cada vez mais e com mais profundidade.

No panorama nacional, em 2001, surge o Currículo de Matemática do Ensino Básico — Competências Essenciais (DEB, 2001), apresentando uma visão da Matemática escolar muito semelhante à visão de outras organizações internacionais. Segundo este, as duas principais finalidades da matemática no ensino básico são:

(...) proporcionar aos alunos um contacto com as ideias e métodos fundamentais da matemática que lhes permita apreciar o seu valor e a sua natureza, e desenvolver a capacidade e confiança pessoal no uso da matemática para analisar e resolver situações problemáticas, para raciocinar e comunicar (...) A ênfase da Matemática escolar não está na aquisição de conhecimentos isolados e no âmbito de regras e técnicas, mas sim na utilização da matemática para resolver problemas, para raciocinar e para comunicar o que implica a confiança e a motivação pessoal para fazê-lo. (DEB, 2001, p. 58)

Com o novo Programa de Matemática do Ensino Básico (ME, 2007), assume-se o papel do professor enquanto agente interveniente no desenvolvimento curricular. Atente-se, por exemplo, nas alternativas que algumas escolas adoptaram relativamente aos percursos temáticos de aprendizagem sugeridos pelos autores deste novo Programa de Matemática.

Trabalho de Projeto

São várias as definições de Trabalho de Projeto e várias as potencialidades apontadas a esta metodologia de trabalho no âmbito da educação.

Segundo Leite, Malpique e Ribeiro, (1989) o trabalho de projeto é uma metodologia de grupo que pressupõe a participação de todos os elementos. Envolve uma fase de pesquisa, uma fase de planificação e de intervenção com o intuito de dar resposta a um dado problema ou situação.

O objetivo do trabalho de projeto é assim a resolução de um problema, ou situação, através de uma forma de trabalho que lhe é peculiar desenvolvendo-se em fases distintas com vista à sua solução. O problema/situação de carácter mais geral é muitas vezes subdividido em problemas parcelares necessitando de investigações e/ou pesquisas com o intuito de uma resposta mais adequada ao problema geral. “(...) trata-se de uma aprendizagem acção, na qual o processo pode ser tanto — ou mais — importante do que o produto” (Castro & Ricardo, 2003, p. 11). Neste sentido, o aluno desenvolve a sua aprendizagem pela experiência e envolvimento pessoal em atividades que incitam à resolução de problemas pelo trabalho cooperativo conferindo uma margem de autonomia e responsabilidade.

A realização de projetos em Matemática não é uma ideia recente ao nível do ensino e aprendizagem da Matemática. Já em 1982, Cockroft, no documento *Mathematics Counts*, salienta a necessidade de aproximar a Matemática escolar a situações do dia-a-dia e refere que em todos os níveis de ensino esta deveria incluir a resolução de problemas, o trabalho prático, o trabalho de investigação e a diversificação dos modos de trabalho.

Em Portugal, a grande referência e o primeiro investigador a utilizar o Trabalho de Projeto no ensino e aprendizagem em Matemática foi Paulo Abrantes, com o Projeto Mat789, realizado com alunos do 3.º Ciclo do Ensino Básico, em 1994. Nesse projeto Abrantes (1994) aponta várias potencialidades ao Trabalho de Projeto ao nível do ensino e aprendizagem chegando mesmo a referir que esta metodologia “pode ocupar um papel determinante no currículo e nas aulas desta disciplina” (p. 607). Para Abrantes (ibid) o trabalho de projeto deve ser encarado mais como uma filosofia ou perspectiva pedagógica uma vez que o seu valor educativo reside no carácter aberto, flexível e contextualizado das situações de aprendizagem, susceptível de assumir muitas formas de realização prática. A pesquisa de informação assume também um papel preponderante no desenvolvimento do projeto já que, muitas vezes, os alunos são confrontados com questões que se apresentam confusas e que necessitam de clarificação ou então, com questões de âmbito mais aberto que exigem uma ou mais soluções. A pesquisa/investigação e a resolução de problemas apresentam-se como elementos de elevada importância ao longo do desenvolvimento do projeto e, conseqüentemente, na aprendizagem do aluno.

Cromley (2000) considera que o trabalho de projeto é uma forma de integrar muitas características de uma efectiva aprendizagem: a resolução de problemas, a aprendizagem é feita com compreensão; há o confronto de ideias que podem ser erradas ou corretas; o problema e as soluções encontradas “relacionam-se com sentido”; surgem múltiplas pers-

pectivas para resolver o problema; a aprendizagem é feita de uma forma activa; gera explicações e justificações; vai de encontro aos interesses do aluno e utiliza o trabalho de grupo. Esta autora apresenta as diferenças entre uma aprendizagem através do Trabalho de Projeto e do ensino tradicional da seguinte forma:

Quadro 1. Comparação entre o Ensino Tradicional e o ensino através do Trabalho de Projeto (Adaptado de Cromley (2000, p. 159))

Aprendizagem

Pelo Trabalho de Projeto	Pelo Ensino Tradicional
Aprendizagem activa. São apenas dadas algumas instruções no início do projeto.	Aprendizagem passiva. A maior parte das aulas os alunos ouvem o professor a explicar.
A aprendizagem é construída com base no conhecimento que o aluno já possui.	Assume-se que todos os alunos possuem o mesmo conhecimento de base.
Problemas relacionam-se com a situação que os alunos estão interessados em resolver.	Muitos problemas isolados nem, sempre relacionados com os interesses do aluno.
Os alunos apresentam e justificam as suas explicações. O professor poderá orientar os alunos na pesquisa de informação.	Geralmente é o professor quem dá a explicação.
O problema é visto de muitas perspectivas diferentes.	Normalmente é abordado de um ponto de vista.
O problema é complexo, tal como na vida real. Necessita de muita informação e muitas vezes não tem uma só solução correta.	Normalmente, os problemas são simples e rotineiros. Quase sempre é dada toda a informação e apenas possui uma solução.
A atividade é realizada em pequenos grupos.	Normalmente individualmente ou em grande grupo.
Os problemas normalmente exigem a mobilização de saberes de diferentes áreas	Nem sempre mobiliza diferentes conhecimentos.
Os alunos monitorizam o que aprendem porque têm de explicar o seu raciocínio.	Nem sempre são confrontados com a necessidade de explicar o seu raciocínio.
Os alunos aprendem a colocar questões, a investigar e a resolver problemas na sala de aula.	Normalmente não desenvolvem uma aprendizagem independente na sala de aula.

Segundo Rey et al. (2005) a pedagogia de projeto é um fator de motivação de aprendizagens; favorece a aquisição de competências complexas; “familiariza os alunos com a interpretação de situações novas” (p. 186) e exige uma certa autonomia na definição da tarefa a desenvolver.

Por outro lado, e dado que é uma metodologia centrada no trabalho de grupo, ao necessitar do envolvimento de todos os elementos na realização de uma dada tarefa, surge o confronto de ideias, de conhecimentos, de possíveis resoluções, e de caminhos a seguir (Castro & Ricardo, 2003) o que poderá favorecer o desenvolvimento de competências como a comunicação, o raciocínio e o conhecimento de conceitos e procedimentos. Apesar de todas as mais-valias deste tipo de metodologia, parece não ter grande aceitação e seguidores ao nível do ensino e aprendizagem da Matemática. Segundo o documento *Matemática 2001* (APM, 1998) apenas 1% dos professores inquiridos afirmaram usar sempre, ou em muitas aulas a realização de projetos. Estes dados vêm assim mostrar que as atividades de carácter mais aberto, como é o caso das atividades de exploração e do Trabalho de Projeto, são usadas em número muito diminuto em detrimento de um tipo de atividades mais virado para a sistematização e consolidação de conhecimentos e procedimentos como é a resolução de exercícios.

O estudo

A investigação (Rebelo, 2007) que foi levada a cabo numa turma de 6.º ano de escolaridade, de uma escola pública, constituiu uma outra perspectiva de desenvolver parte do currículo de matemática encarando-se o ensino e a aprendizagem da geometria de uma forma diferente daquela que habitualmente se praticava nas salas de aula. Para isso, foi pensada e elaborada a planificação da atividade com base numa reorganização curricular da unidade temática — Geometria. Essa planificação abarcava: uma alteração ao nível da sequência e organização dos conteúdos do programa do 6.º ano de escolaridade prevista no Programa do Ensino Básico de 1991, em vigor na altura; as competências que se visavam desenvolver; o processo de ensino-aprendizagem a utilizar e um plano de avaliação dos resultados da aprendizagem. A grande alteração curricular traduziu-se no processo como se pensou e procedeu à gestão do currículo. Ao contrário do processo que habitualmente se pratica nas escolas, aquando da planificação de um conjunto de aulas — iniciando-se pelo grande tema, tópicos que se pretendem abordar, as competências a desenvolver e por fim a escolha das tarefas —, optou-se por inverter este processo partindo de uma tarefa que fizesse sentido para os alunos e se relacionasse com uma situação real, que desenvolvesse competências matemáticas e possibilitasse a exploração de conceitos geométricos e de medida. Assim sendo, pretendia-se que os alunos se envolvessem numa tarefa que proporcionasse a abordagem dos diferentes tópicos do programa de matemática do 5.º e 6.º anos de forma contextualizada e natural. Deste modo, os tópicos do grande tema “Geometria” deixaram de estar compartimentados e organizados segundo uma sequência pré-definida em diferentes momentos ao longo do ano, passando a ser tratados em simultâneo com a mesma tarefa.

A reorganização do currículo efectuada teve por base os princípios enunciados por Shepard, citado por Fernandes (2005):

- “Todos os alunos podem aprender.

- Os conteúdos devem desafiar os alunos e estar orientados para a resolução de problemas e para os processos complexos de pensamento;
- Independentemente da diversidade dos alunos, a igualdade de oportunidades deve estar ao real alcance de todos.
- Os alunos adoptam hábitos de reflexão e atitudes favoráveis ao desenvolvimento das aprendizagens.
- Os alunos exercem práticas democráticas numa comunidade responsável e empenhada.” (p. 29)

e também os princípios para a Matemática Escolar referidos pelo NCTM (2000) no *Principles & Standards for school mathematics* que referem que o currículo deve ser coerente e incidir numa matemática relevante possibilitando a articulação, com sentido, dos diversos tópicos matemáticos; o ensino deve privilegiar o conhecimento pela compreensão, adoptando um ambiente de aprendizagem desafiante; e os alunos devem construir o seu conhecimento com compreensão e a partir da experiência.

Para além destes princípios, teve-se em consideração três aspectos fundamentais, na elaboração deste currículo: os tópicos matemáticos a abordar; as características dos alunos e o processo de ensino e aprendizagem que se pretendia proporcionar.

Em relação aos tópicos matemáticos, foi tido em conta o potencial que uma atividade como a realização de um projeto poderia proporcionar:

- Na compreensão de vários conteúdos de geometria;
- No estabelecimento de possíveis conexões entre assuntos dados anteriormente e outros que poderiam vir a ser abordados posteriormente;
- No estabelecimento de conexões entre a Matemática e outras áreas.

Ao considerar os alunos na decisão sobre a adequação da atividade, teve-se em conta alguns aspetos que o projeto poderia possibilitar:

- A apreciação do que é fazer Matemática;
- Alterações ao nível das concepções relativamente à Matemática;
- O trabalho de grupo;
- Ir de encontro aos seus interesses.

Quanto ao processo de ensino e aprendizagem, optou-se pela Metodologia de Trabalho de Projeto.

Considerou-se que a realização de um projeto poderia permitir o desenvolvimento de processos complexos de pensamento com o desenvolvimento de aprendizagens que vão desde as competências específicas da disciplina até às de natureza mais geral e transversal.

As razões que levaram à incidência deste estudo no tema Geometria e nas competências matemáticas: raciocínio e comunicação matemática, tiveram por base os fracos resultados que os alunos evidenciaram nas sucessivas provas de aferição (relatórios do GAVE) e as recomendações por parte de várias entidades como, por exemplo, a DGIDC (2005):

Os resultados, sugerem também que se dê uma maior atenção a estratégias de resolução de problemas não rotineiros, a processos de argumentação, de explicitação do raciocínio e de comunicação matemática, a que as actuais práticas pedagógicas parecem não dar ainda, a ênfase necessária. Os alunos devem ser encorajados a partilhar ideias, a clarificá-las, discutindo-as e corrigindo-as, quando necessário. Deverá ser proporcionada aos alunos a hipótese de desenvolver a competência matemática com suporte em experiências de aprendizagem diversificadas utilizando os vários recursos possíveis. (p. 105)

Opções metodológicas

Dada a natureza do trabalho a adoptar na sala de aula, optou-se por formar grupos de três alunos tendo por base as indicações de Leitão e Fernandes (1997) que afirmam que o número de elementos deve variar entre os três e os cinco, sendo que, quando um grupo é pequeno há uma maior necessidade de intervenção por parte de todos os elementos. Por outro lado, se os alunos não estiverem habituados a um trabalho deste tipo, o trabalho de grupo poderá perder a sua “essência” uma vez que os alunos têm tendência para adoptar uma atitude individualista.

A seleção dos elementos dos grupos teve em conta o serem o mais heterogéneo possível evitando, no entanto, incompatibilidades de personalidades e de comportamentos. Na base desta decisão está a opinião de Artzt e Newman (2006) que apontam que em grupos heterogéneos cada aluno tem a oportunidade de ajudar e ser ajudado sem se sentir intimidado, beneficiando quer o aluno com mais dificuldades quer aquele que revela elevadas capacidades. Desta forma, os grupos foram constituídos tendo por critérios os níveis de aproveitamento registados na disciplina, no período lectivo anterior ao início da investigação: um aluno com aproveitamento bastante satisfatório, outro com aproveitamento médio e outro que revelasse fraco aproveitamento. Uma vez formados os grupos, foram seleccionados três para se proceder a um estudo mais pormenorizado. Optou-se por escolher grupos em que os elementos não apresentassem constrangimentos por serem alvo de gravações áudio, manifestassem disponibilidade para serem entrevistados em horário pós-lectivo e fossem desinibidos e comunicativos, numa situação de entrevista.

A recolha de dados teve por base os seguintes instrumentos: observação, gravação áudio, documentos escritos (elaborados pelos alunos e pela investigadora) e entrevistas.

O estudo atravessou três fases distintas:

A 1.ª Fase, que ocorreu antes de se dar início ao desenvolvimento do projeto, teve a duração de duas aulas. Na primeira aula foi realizada uma Ficha de Avaliação Diagnóstica com o objetivo de aferir:

- Os conhecimentos que traziam do ano anterior;
- Dificuldades que sentiam relativamente aos assuntos dados;
- Conhecimento de determinados conceitos da geometria (área e perímetro de uma figura plana) e certos procedimentos relacionados com a área e perímetro de figuras planas;
- Raciocínio e visualização espacial;
- Comunicação matemática.

Os dados obtidos foram compilados numa ficha com uma grelha de registo e posteriormente organizados sob a forma de tabelas e gráficos para assim facilitar a sua análise e interpretação.

Na segunda aula, e como motivação para o projeto, procedeu-se à apresentação, em *PowerPoint*, de situações do dia-a-dia onde estão presentes elementos geométricos: imagens de fachadas de edifícios e de jardins públicos da cidade onde os alunos residiam. Também se procedeu à exploração do *software* informático *Google Earth* no sentido dos alunos poderem explorar, analisar e visualizar a organização urbanística de diferentes cidades começando por aquela que lhes era mais próxima — A cidade de Barcelos.

A 2.ª Fase correspondeu ao Desenvolvimento do projeto e de recolha de dados e teve a duração de quatro semanas, tendo abarcado um total de 12 aulas de 90 minutos cada.

Durante esta fase, procedeu-se à recolha de dados sob diversas formas que foram registados por escrito e organizados em diferentes tipos de documentos.

A observação participante foi um método privilegiado, nesta fase, para recolha de dados. Atendendo a que uma das autoras/investigadoras era professora da turma foi possível não só analisar o decorrer da aula mas também conhecer de uma forma mais profunda os alunos e aperceber-se de situações que de outra forma não seriam detectáveis. A observação incidiu particularmente sobre os grupos seleccionados contudo houve necessidade de observar e orientar o trabalho que os outros grupos da turma iam desenvolvendo. Apesar de não serem alvo de um estudo pormenorizado, os restantes grupos, contribuíram também com dados que de certa forma complementaram a recolha e análise de informação nesta investigação. Para além disto, foram registados numa ficha, com uma grelha própria, tal como sugerem Artzt e Newman (2006), os comportamentos e atitudes evidenciados pelos alunos ao longo da realização da atividade relacionados com as competências em estudo.

Foram efectuadas gravações áudio, nos três grupos em estudo, de todas as aulas em que decorreu a investigação. A informação recolhida das gravações foi transcrita de forma a possibilitar uma descrição e análise das situações decorrentes da prática educativa. Durante as quatro semanas em que os alunos desenvolveram o seu projeto tiveram de

fazer um relatório semanal onde registavam as questões de investigação que surgiram, o trabalho realizado, as dificuldades sentidas, as aprendizagens feitas e definiam as tarefas a realizar na semana seguinte.

Diariamente, após as aulas, foram elaboradas notas de campo, constituindo um “pequeno diário” de tudo quanto se passava dentro da sala de aula: descrições de como os elementos do grupo se relacionavam; problemas que surgiam; dificuldades sentidas pelos alunos; estratégias de resolução de problemas/situações bem como outros dados referentes a preocupações e deduções acerca do que observava nos grupos. Como referem Bogdan e Biklen (1994) “as notas de campo podem originar em cada estudo um diário pessoal que ajuda o investigador a acompanhar o desenvolvimento do projeto (...)” (p. 150–151).

Ainda antes da conclusão do projeto, após a penúltima aula, fizeram-se entrevistas a dois elementos de cada um dos grupos em estudo. Essas entrevistas, semi-estruturadas, assemelharam-se a um momento de conversa informal em que cada um dava a sua opinião relativamente às questões formuladas e que tinham por base um guião previamente elaborado. O objetivo das entrevistas foi saber qual o balanço que os alunos faziam da atividade realizada e o modo como viam a disciplina de matemática com o desenvolvimento desta atividade.

Finalmente, após a conclusão do projeto (3.^a Fase) foram aplicadas duas fichas em duas aulas distintas: uma ao grupo e outra individual, de modo a verificar possíveis alterações relativamente às competências em estudo e fornecer outro tipo de dados relativos ao trabalho realizado com esta atividade. A ficha aplicada aos grupos tratou-se de um Relatório Síntese do Projeto que tinha como objetivos proporcionar uma síntese do projeto elaborado pelo grupo de alunos bem como, permitir que estes pudessem avaliar o seu próprio trabalho e a sua aprendizagem. A ficha aplicada individualmente tinha como intuito avaliar a situação dos alunos relativamente às questões de investigação e possibilitar uma comparação com os dados obtidos na Ficha de Avaliação Diagnóstica. Nesta ficha foram incluídas questões relacionadas com o conhecimento de conceitos que foram utilizados no decorrer do projeto: área, perímetro, volume e escala e ainda com as competências que se pretendiam estudar. Para além de conter algumas questões da Ficha de Avaliação Diagnóstica, que não tinha sido entregue aos alunos nem corrigida, foram acrescentadas outras relacionadas com as competências mobilizadas pelos alunos ao longo da realização do projeto.

Com os dados obtidos na Ficha de Avaliação Diagnóstica (pré-projeto) e na Ficha de Avaliação (pós-projeto) foi possível proceder a uma análise comparativa de alguns aspectos, nomeadamente: as respostas dadas às questões comuns nas duas fichas e os tipos de competência evidenciados.

O Projeto — Construção de uma maqueta

O projeto que constituiu a experiência de aprendizagem neste estudo traduziu-se na realização de uma maqueta de um quarteirão de uma cidade que os alunos teriam de idea-

lizar e construir. Esta tarefa desenvolveu-se ao longo de quatro semanas nas aulas de Matemática e de Área de Projeto.

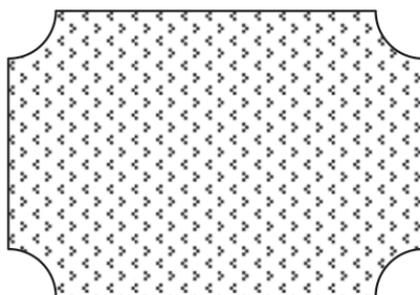
A proposta da atividade, entregue sob a forma de uma ficha de trabalho, apresentava algumas orientações precisas acerca da área de intervenção da cidade, tal como acontece na realidade — condicionantes de ordenamento definidas nos Planos Diretores Municipais.

TAREFA

Construção de uma Maqueta de uma zona de uma cidade

A figura que se segue é a planta de uma zona, de uma cidade, que necessita de intervenção: Construção de edifícios, jardins, ...

Área de intervenção



O planeamento e edificação, da área dada, deve obedecer às seguintes condições:

- A intervenção deverá ter uma área urbanizável e outra de espaços verdes;
 - A área urbanizável não pode exceder $3/5$ da área total de intervenção;
 - A área urbanizável é constituída por uma “área de espaço privado” e outra de “espaço público”;
 - Na área de intervenção deve ser edificada uma fonte cibernética com forma cilíndrica;
 - O volume total dos edifícios públicos não deverá exceder $21\ 000\text{ m}^3$;
 - Na “área de espaço privado”, os edifícios, não podem ter mais de 3 pisos.
-

Apesar da construção de uma maquete de um quarteirão não ser uma tarefa inovadora, até porque vem referenciada em certos manuais escolares, este tipo de tarefa nunca surgiu com este carácter de possibilitar uma abordagem da geometria nos moldes em que é proposto no presente estudo, ou seja, ser utilizada como recurso de ensino e aprendizagem da geometria associada ao Trabalho de Projeto e em parceria com uma outra Área Curricular. A realização de uma maquete nos manuais escolares surge normalmente no final da abordagem dos sólidos geométricos no 5.º ano de escolaridade com o objetivo de utilizar as planificações dos sólidos estudados.

Neste estudo, a tarefa surge exatamente com objetivos que em nada se identificam com os das propostas referidas anteriormente dos manuais escolares. A realização deste projeto constitui em si a “máquina impulsionadora” de toda a aprendizagem da geometria, uma vez que permite a abordagem de todos os conteúdos, da unidade temática geometria, contemplados no Programa de Matemática, do 2.º Ciclo do Ensino Básico (DGE-BS, 1991). Para além de possibilitar a exploração de situações problemáticas diversas, a realização deste projeto promove a aprendizagem através da construção matemática.

Apesar do produto final ser definido, e imposto logo à partida — construção de uma maquete à escala — a realização deste projeto não garantia, no entanto, que todos os conteúdos de geometria fossem abordados. Por esse motivo, e dada a possibilidade de abertura a que um projeto está associado, houve a necessidade em introduzir determinadas condições na realização da maquete para assim garantir algumas das “novas aprendizagens” que se pretendiam para este ano de escolaridade: a área e perímetro do círculo, o volume do cilindro e escala. A escala, apesar de não ser um conteúdo da geometria, foi tida em consideração propositadamente, pois considerou-se, por um lado, que esta situação seria oportuna para abordar pela primeira vez este conteúdo e por outro lado, pretendia-se um certo rigor na construção da maquete, tal como acontece na realidade na sua construção.

Desenvolvimento do projeto

Assim que os grupos foram recebendo a proposta da atividade, as reações não se fizeram esperar, as expressões faciais de surpresa e de desalento eram quase gerais. Aos poucos, foram colocando algumas questões e fazendo comentários:

Carlos: O que vamos fazer?

André: Professora? Temos que fazer uma maquete?

Noé: O que temos de fazer?

Sandra: Isto vai ser difícil!

Em alguns grupos os alunos aproveitavam a ida da professora ao grupo para tentarem arranjar a resposta para as suas questões, procurando obter informações de uma forma mais fácil:

Carlos: O que vamos fazer?

André: Professora? Temos de fazer uma maquete?

Professora: O que é que diz aí? O que é que vocês vão fazer?

Carlos: O António diz que é à medida que formos fazendo o projeto é que vão surgir questões.

Professora: De certeza que já vos surgiram questões, não? Olharam para isso e não surgiu nada?

(Ninguém respondeu.)

Carlos: A mim surgiram um bocado.

Professora: Um bocado? Que questões surgiram? Quando leram isto qual foi a primeira questão que vos surgiu?

Carlos: Aqui diz $\frac{3}{5}$ da área de intervenção.

Professora: Sim. Só $\frac{3}{5}$ da área é que tem edifícios.

Carlos: Pois. O resto para que é preciso?

Professora: Lá diz para que é que serve. Leram? Leram?

André: Para espaços verdes.

Este comportamento inicial de grande dependência começou a desvanecer-se ao fim das primeiras aulas tornando-se os alunos mais autónomos e confiantes no seu trabalho embora nem sempre optando pelo “caminho” mais correto.

Os primeiros obstáculos com que os alunos se depararam foram decidir por onde começar e o rumo que o projeto iria tomar, mas aos poucos começaram a surgir as primeiras questões relacionadas com o projeto e que constituíram o ponto de partida para a investigação.

André: O que é uma fonte cibernética?

Hélia: O que é uma escala?

Sandra: Podemos pôr as casas todas numa parte e os edifícios públicos noutra?

Valter: E como vamos saber a área?

À medida que davam resposta a uma dada situação surgia logo outra. Nenhum grupo foi capaz de identificar, logo no início do projeto, os diferentes problemas que teriam que ser resolvidos para conseguirem concretizar a maquete. O desenvolvimento deste projeto procedeu-se assim em torno de sucessivos problemas parcelares que iam surgindo e suas soluções.

Um dos primeiros problemas com que os grupos tiveram que lidar prendeu-se com a determinação da área de intervenção.

Um dos grupos identificou os quartos de círculo como sendo as figuras que faltavam nos “cantos” do rectângulo e tentou determinar a área da figura pela diferença entre a área do rectângulo e do círculo:

Professora: Como é que vão determinar a área? Porque fizeram esse rectângulo?

Sandra: Porque queremos achar isto (rectângulo) e tirar isto (quartos de círculo). Não conseguimos ...

Professora: E porque é que não conseguem? E o que vos parece esta área?

Sandra: É um quarto de círculo.

Professora: Então já descobriram várias coisas. Mas precisam de quê?

Sandra: De sabermos a área do círculo.

Uma vez que a determinação da área do círculo era desconhecida dos alunos, eles tiveram de pesquisar. A pesquisa incidiu apenas na procura da fórmula para a área do círculo. Não se verificou qualquer tentativa, ou registo, que indiciasse pesquisa de informação para além da necessária para dar resposta àquela situação. Este tipo de atitude verificou-se igualmente noutras situações, como na determinação do volume dos edifícios e do perímetro do círculo. Os alunos pareciam ficar satisfeitos com a informação que lhes permitia dar resposta àquela situação imediata embora não a tivessem compreendido. A situação que se segue é disso exemplo:

Valter: E agora?

Hélia: Agora vamos fazer o Pi.

Sandra: Sabes o que é o Pi?

Hélia: Não. Pelo menos já cheguei a uma conclusão. E agora o Pi?

Sandra: O Pi é 3,14.

Hélia: E dá?

Sandra: 3,14.

Hélia: Como é que dá 3,14?

Sandra: Estás a ver aqueles números que têm lá cima na nossa escola tem lá uns números.

Hélia: E o que é?

Sandra: É o Pi.

Hélia: Não estou a perceber nada do Pi. Não sei como se faz essa coisa do Pi ... Ai!!!

Valter: Não estou a perceber para que precisamos disto...

Hélia: Não vês que temos de saber a área?

Uma outra situação que suscitou muitas dificuldades aos alunos foi a determinação da área urbanizável, correspondente a $\frac{3}{5}$ do terreno.

Sandra: A área de intervenção dá 53,41.

Valter: Agora dividimos isso em 5 para ver quanto é que dá.

Hélia: 10,5 cada um.

Hélia: Calma! 53,41 a dividir por 5 e agora vezes 3.

Sandra: Dá 32. Isso é o espaço para os edifícios.

Hélia: E como vamos fazer isso?

Sandra: Mais um problema ...

Um outro grupo, contudo, optou para determinar essa área dividindo o terreno em cinco partes (supostamente iguais) através de esquemas. Talvez devido ao trabalho anterior com fracções, o grupo insistiu nesta estratégia de resolução do problema o que fez com que perdessem muito tempo com esta questão.

André: É um quadrado! É mais ou menos um quadrado!

Carlos: Não é um quadrado. Eu diria mais um rectângulo. Se isto aqui tivesse tudo era um rectângulo e podia-se fazer assim e assim.

André: E agora como se divide a outra parte?

Professora: Ah! Pois é!

Carlos: Divide-se assim mais ou menos.

Professora: Achas que é isso? Será a melhor estratégia?

Carlos: Mas podemos dividir isto em $3/5$!

Professora: Mas como?

Carlos: Assim e depois aqui pode ter a área verde.

Professora: E como sabes que esta parte aqui dentro é igual a esta?

Os esquemas foram, ao longo de quase duas aulas, tornando-se cada vez mais aperfeiçoados. O último esquema do grupo apresenta-se a seguir:

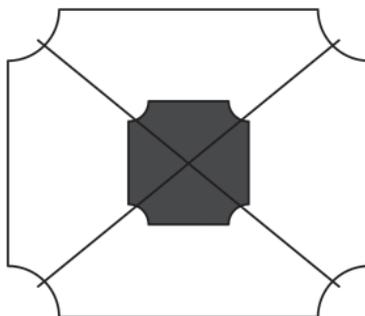


Figura 1. Esquema apresentado pelo grupo B

Uma vez que consideravam esta divisão como correta, foi necessário confrontá-los no sentido de determinarem a área de cada uma das cinco partes encontradas e verificarem se todas elas tinham a mesma área. Só nesse momento é que decidiram abandonar essa estratégia e utilizar a que já outros grupos haviam utilizado (determinar a área da figura pela diferença entre a área do rectângulo e do círculo e calcular $3/5$ dessa área).

Patrícia: Aqui dá 6,5 e aqui 8,7 (mediu os lados do rectângulo e começou a efectuar vários cálculos enquanto o Carlos observava o que ela fazia.)

Carlos: A dividir por 5 ... dá 10,68.

Patrícia: Vezes 3 ... dá 32.

Carlos: Vamos ter de ocupar 32?

Patrícia: Já chegamos a uma conclusão.

Carlos: Ora diz lá como fizeste?

Patrícia: ... a dividir por 5 dá 10,68. Agora, 10,68 vezes 3 dá 32. Já está, já descobrimos!

Carlos: Já?

Patrícia: Olha, cada parte dá 10,68 cm se fizeres vezes 3 dá 32 cm que é o que vamos ocupar com as casas. $\frac{3}{5}$ da unidade são edifícios públicos e privados e $\frac{2}{5}$ para espaços verdes. 20 cm vai ser para espaços verdes.

Carlos: E os 3,14?

Patrícia: É disto. (está a referir-se à fórmula que permite determinar a área do círculo)

Carlos: Ah, já sei.

A Patrícia não conseguiu explicar totalmente como tinha determinado a área do terreno porém, o valor encontrado, parecia ser suficiente para satisfazer a curiosidade dos colegas e para prosseguirem com a tarefa tal como sugere o diálogo anterior.

O problema seguinte teve a ver com a “localização” da área correspondente aos $\frac{3}{5}$ nesse terreno. A Patrícia foi uma das poucas alunas da turma que não teve dificuldades nessa questão, como se pode verificar no seguinte diálogo:

Patrícia: Então quanto vai dar para espaços verdes?

Carlos: Para espaços verdes ... Falta-nos dividir em 5.

Patrícia: O quê?

Carlos: Falta dividir o campo em 5 partes!

Patrícia: Isto já está dividido em 5 partes.

Carlos: E aonde?

Patrícia: Isso não interessa. Eu posso ter aqui um bocado, aqui outro bocado e aqui outro bocado.

Carlos: E o resto?

Patrícia: O resto são espaços verdes.

Apesar desta explicação da Patrícia não ser muito elucidativa dá indícios que, para ela, a área a ser ocupada pelos edifícios podia ser feita de diferentes formas desde que o total dessas áreas correspondesse aos $\frac{3}{5}$ do terreno.

Esta dificuldade apresentada pelo grupo, não foi única na turma e parece dever-se ao trabalho anterior aquando do estudo das fracções onde os esquemas que representavam fracções se encontravam divididos em partes geometricamente iguais sendo transferido esse conhecimento para a presente situação. Com efeito, a tendência do ensino da Matemática é mostrar situações concretas e bem definidas o que muitas vezes, pouco ou nada, se coadunam com as situações do mundo real.

Ao longo do projeto os alunos necessitaram de mobilizar diversos conhecimentos, atitudes e capacidades traduzindo-se no desenvolvimento de competências.

O raciocínio foi detectado através de uma variedade de ações dos alunos para explicar aos outros o que viam, o que descobriam, o que pensavam e o que concluíam. No exemplo seguinte vemos como o raciocínio foi usado na justificação de procedimentos:

Carlos: Fazemos 2×200 (para o prédio).

Patrícia: Achas?

Carlos: Porquê?

Patrícia: Olha, é muito fininho. Já imaginaste?

Carlos: Espera aí! Já sei. 20×20 dá 400.

Patrícia: Quanto é?

Carlos: 20 por 20 que dá 400. Sabes como fiz? Fiz 20×2 e deu 40. Vi logo que faltava um zero e por isso pus no 2.

Também durante a construção das planificações dos “edifícios” os alunos tiveram de relacionar objectos a duas dimensões com as suas representações a três dimensões mobilizando o raciocínio espacial:

Professora: Que parte é esta?

Jéssica: É o chão.

Professora: E esta? (estou a referir-me a uma das faces laterais do prisma)

Jéssica: É para cobrir ...

Professora: Para cobrir?

Jéssica: Para fechar.

Professora: Para fechar? Como?

Jéssica: Sim. Esta dobra e vai fechar.

Professora: Como é que fecha se, deste lado, o edifício não tem “parede”?

Jéssica: Não! Nós estamos a pôr isto para colar.

Professora: Não estou a perceber como é que isso vai fechar?! Qual é o chão do prédio?

Jéssica: É este. (continua a referir-se ao rectângulo inicial)

Professora: então, como é que isto ao dobrar dá o edifício com “paredes” a toda a volta?

Jéssica: Então ... troca-se esta para aqui (está a referir-se à outra base que passava a servir de parede)

Professora: Será que assim, ao dobrar, as paredes vão ter a mesma altura?

Ricardo: Não! Olha, as paredes têm de ter 9 cm de altura e esta não tem. Olha, temos de pôr 9 aqui, 9 aqui, 9 aqui e 9 aqui.

Os procedimentos mais observados foram o recurso a esquemas, o cálculo escrito e mental, a medição, o uso da régua e esquadro no traçado de linhas, a necessidade de estimar medidas de área de diferentes espaços, de altura dos edifícios e a construção de planificações de diferentes sólidos. Quanto aos conceitos mais mobilizados foram a escala e área embora todos os grupos tenham abordado outros como, o perímetro do círculo e o volume dos prismas quadrangulares e alguns sólidos geométricos.

Vejam os seguinte exemplo em que um grupo se debruçou sobre a área do rectângulo sendo notória a confusão que revelaram em associar a operação correta ao cálculo da área.

Ricardo: E quanto é deste lado?

Jéssica: 310

Ricardo: E 310×310 quanto é?

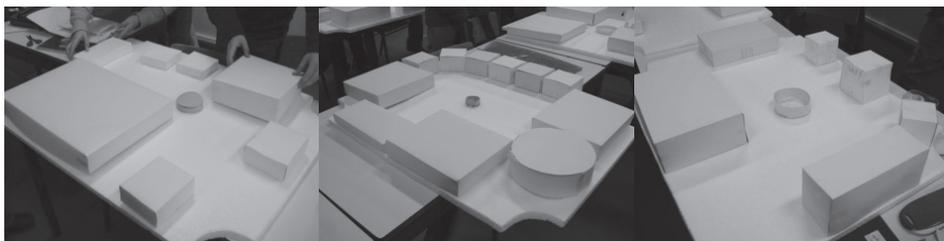


Figura 2. Maquetas apresentadas pelos três grupos em estudo

Jéssica: 310×310 dá 620.

Ricardo: É vezes não é mais!

Noé: É mais, não é vezes.

Ricardo: Para saber a área é vezes.

Jéssica: Pára! Já não estou a perceber nada do que estou a fazer!

Esta situação mostra que os alunos parecem associar o conceito de área a uma simples operação.

Na última aula decorreu a apresentação dos projetos. A sessão de apresentação da maquete não carecia de formalismo, até porque a construção da maquete, foi sempre feita na sala de aula e por isso a turma conhecia perfeitamente o produto final de cada grupo. Cada grupo informou os colegas acerca dos edifícios que constavam da maquete, a área que cada um ocupava e o número de andares. Em relação à fonte cibernética tiveram de indicar a altura, o diâmetro e o volume de água que poderia levar se estivesse completamente cheia. Foi nesta sessão de apresentação que alguns alunos detectaram erros nas maquetas dos colegas. Apesar das maquetas não estarem, do ponto de vista estético, totalmente concluídas o projeto ao nível da disciplina de Matemática deu-se como finalizado. As aulas que se seguiram, de Área de Projeto até ao final do 2.º Período, foram utilizadas para decorar os edifícios e espaços verdes da maquete.

Alguns resultados

Nesta proposta de trabalho pretendia-se uma atividade que promovesse a aprendizagem de uma forma autónoma e activa. Ainda que inicialmente os alunos revelassem uma grande dependência da professora com o desenrolar do projeto, a autonomia dos grupos foi claramente aumentando. Os grupos envolveram-se de uma forma bastante activa na realização do seu projeto, apresentando ideias, sugerindo e implementando estratégias de resolução para os problemas identificados. Foi ainda notória a capacidade criativa de alguns elementos de alguns grupos aquando da apresentação de ideias e estratégias de resolução de algumas situações.

Durante a realização do projeto — construção de uma maquete — os alunos depararam-se com uma série de situações que constituíram verdadeiros desafios quer na definição de uma estratégia adequada de resolução quer na construção e mobilização de conhecimentos matemáticos contribuindo para o desenvolvimento de competências como a comunicação, raciocínio e conhecimento de conceitos e procedimentos. Há que referir que ao longo do desenvolvimento do projeto os alunos tiveram de determinar áreas e volumes de edifícios com diferentes formas; definir edifícios públicos e privados; construir modelos de edifícios, à escala; estimar áreas de diferentes tipos de edifícios, entre outros, o que constituiu verdadeiros desafios, promovendo assim o desenvolvimento da compreensão de determinados conceitos e processos. Para alguns desses problemas/situações identificados os alunos necessitaram de recorrer à investigação e pesquisa de informação, embora essa apenas tenha sido feita para dar uma resposta imediata à situação/problema detectado. A investigação/pesquisa de informação apenas foi considerada para dar resposta às situações identificadas independentemente da sua compreensão ou não, como foi possível verificar nos três grupos em estudo.

À medida que davam resposta a uma dada situação surgia logo outra. O desenvolvimento deste projeto procedeu-se em torno dos sucessivos problemas parcelares e suas soluções.

Esta sequência, problema–solução, foi constante e bastante visível ao longo do projeto como se tratasse de uma sequência de trabalho em espiral em que, para chegar ao final do projeto, seria preciso solucionar uma série de situações sempre relacionadas com as anteriores. O esquema seguinte poderá exemplificar o trabalho desenvolvido pelos alunos ao longo do projeto:

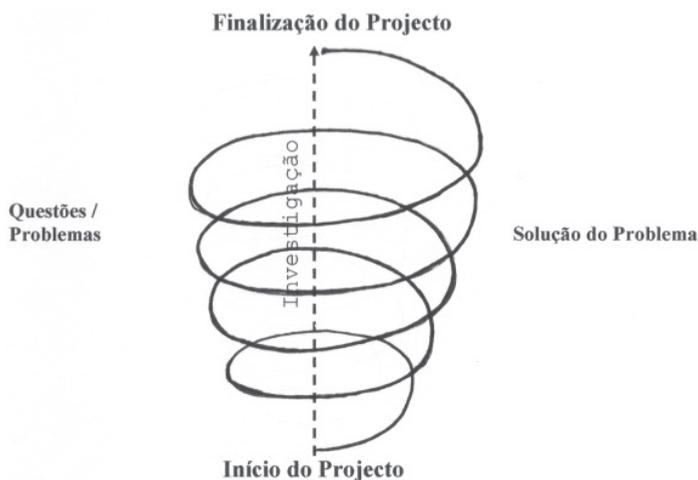


Figura 3. Desenvolvimento do projeto

Esta forma de trabalho desenvolvido com esta atividade vem contrariar algumas visões do trabalho de projeto como atravessando fases distintas. Neste caso estas não decorreram de uma forma tão linear como referem Castro e Ricardo (2003). A planificação das tarefas, a investigação, a organização da informação e sua análise foram fases que apenas apresentavam esta sequência para cada problema parcelar que surgia. O somatório das várias soluções encontradas permitiu a construção e finalização da maquete.

A falta de rigor na linguagem matemática foi prática comum em quase todos os grupos especialmente na fase inicial do projeto. Esta falta de rigor foi-se dissipando gradualmente tornando-se a linguagem progressivamente mais correta. Inicialmente, referiam-se às unidades de medida de comprimento como sendo unidades de medida de área e aos sólidos geométricos como sendo figuras geométricas e vice-versa. Nas últimas aulas, isso já era menos evidente na grande maioria dos grupos.

Embora todas as competências em estudo tenham sido observadas em todos os grupos, através das diferentes atitudes e comportamentos, a comunicação matemática foi a que mais se evidenciou ao longo do desenvolvimento do projeto. Grande parte da comunicação observada nos vários grupos reporta a comportamentos metacognitivos ou seja às fases de planificação da atividade, análise e regulação do trabalho efectuado confirmando o estudo efectuado por Artzt e Curcio (1998).

Desde que se deu início à investigação até à sua finalização, o projeto foi encarado de diferentes formas, pelos diversos grupos, constituindo um manancial de informação acerca do modo como ele foi percebido, desenvolvido e apresentado no final da atividade. Ao longo da realização do projeto detetaram-se variadíssimos momentos de discussão, de clarificação de conhecimentos e de reflexão acerca do trabalho realizado tendo contribuído para o desenvolvimento da comunicação, do raciocínio e conhecimento de conceitos e procedimentos.

O facto de a atividade ter sido desenvolvida em pequeno grupo possibilitou a aprendizagem de estratégias cognitivas e metacognitivas pelo recurso à partilha e confronto de ideias, como ficou evidenciado nos grupos em estudo e tal como refere Peterson (1992). Embora tenham surgido algumas dificuldades em trabalhar em grupo, registaram-se vários momentos em que os alunos tiveram de explicar, justificar, discutir estratégias, fazer perguntas, examinar e reflectir sobre o que observaram e realizaram.

Através da exploração de diversas situações diferentes (criação de modelos, sua análise, discussão e reflexão acerca dos resultados obtidos), foi possível observar a construção de conhecimentos que direta ou indiretamente se relacionavam com a tarefa proposta. Assim, o conhecimento não foi transmitido mas antes construído pelo aluno, de acordo com a sua experiência e vivências. Note-se no entanto que alguns dos conteúdos que faziam parte da planificação e que supostamente poderiam ser abordados, não o foram: simetrias, área do paralelogramo e classificação dos quadriláteros. Com efeito, apesar das intenções da professora, o projeto tomou rumos por vezes diferentes dos idealizados. O papel do professor torna-se assim delicado nestas situações pois, se por um lado não deve interferir no “rumo” que o grupo definiu segundo os seus interesses, por outro ao deixar que este siga a sua própria vontade pode conduzir a um trabalho que não vá de encon-

tro aos objetivos que o professor pretende. Como refere Abrantes (1994), saber quando e de que modo deve “interferir” constitui uma questão difícil e delicada para um professor em atividades de carácter mais aberto como é o caso dos projetos e das investigações matemáticas.

Apesar da margem de liberdade a que está associado o Trabalho de Projeto, o produto final apresentado pelos três grupos em estudo não foi tão diferente quanto seria possível. Saliente-se que as formas dos edifícios foram, na grande maioria, prismas quadrangulares com alturas que variavam apenas entre um e três andares.

As entrevistas aos alunos mostram que esta atividade lhes suscitou bastante interesse, para além de ter contribuído para uma visão mais prática da Matemática, na interpretação de uma variedade de situações da vida real. Nessas entrevistas os alunos referiram ter ficado a gostar mais de Matemática com a realização deste projeto associando-o a um tipo de atividade que gostaram de realizar.

Professora: Este projeto fez mudar a vossa opinião relativamente à Matemática?

Lidia: Eu, eu,... (toda eufórica) detestava a Matemática e agora adoro a Matemática.

Luis: Eu sempre gostei de Matemática mas agora gosto mais.

Jéssica: Eu julgava que a Matemática era um “bicho-de-sete-cabeças” mas agora vejo que não é nada assim.

Cátia: É igual.

Para além disto, foram também capazes de reconhecer que com esta atividade puderam aprender Matemática de uma forma diferente, ou seja, de uma forma autónoma.

Professora: O que achaste de mais positivo neste projeto?

Sandra: Ser diferente das outras aulas.

Cátia: Há pessoas que com certeza aprenderem melhor assim, porque achavam as aulas mais divertidas, não achavam tão “seca”. E é uma forma divertida de aprender.

Andreia: Assim foi mais divertido termos que descobrir sozinhos do que se fosse você a explicar.

Conclusões

A análise dos dados recolhidos neste estudo evidencia que o Trabalho de Projeto desenvolvido pelos diferentes grupos influenciou os alunos no que diz respeito:

i) Ao conhecimento de conceitos e procedimentos

Dos vários conceitos matemáticos abordados pelos três grupos, fracção, área, perímetro, escala e volume, os conceitos de fracção e escala foram os que mais se destacaram pelo número de vezes que foram mobilizados ao longo do projeto e no caso do conceito escala, pelos resultados bastante satisfatórios evidenciados nas respostas dadas às questões da

Fichas de Avaliação (pós-projeto).

O desenvolvimento do projeto contribuiu também para a mobilização de diferentes procedimentos pelo recurso a esquemas, à manipulação de diversos instrumentos, à construção de modelos a três dimensões a partir das suas representações a duas dimensões, ao cálculo e às estimativas de diferentes medidas. Contudo foi ao nível do cálculo que todos os grupos registaram maior frequência de comportamentos relacionados com os procedimentos matemáticos.

ii) À sua capacidade de comunicação

Esta atividade facilitou a comunicação na medida em que era exigido aos alunos pensar sobre as estratégias a adoptar e os resultados obtidos. A comunicação matemática foi a competência que mais se destacou em todos os grupos observados. Este facto é concorde com as opiniões de Greenes e Schulman (1996) que referem que o envolvimento dos alunos nas atividades de investigação ou realização de projetos apelam a uma intensificação da comunicação. A formulação de questões ou problemas com base em observações efectuadas; a planificação da atividade; a justificação; a análise da informação, realização e implementação das estratégias, foram os comportamentos mais observados nos três grupos relacionados com esta competência. Verificou-se também que, nos três grupos em estudo, o número superior de comportamentos relacionados com a comunicação matemática reporta a comportamentos metacognitivos associados essencialmente às fases de análise das situações e planificação da atividade, tal como verificaram Artzt e Curcio (1998) num estudo efectuado aos comportamentos (cognitivos e metacognitivos) observados enquanto os alunos resolviam problemas.

iii) Ao seu raciocínio

O facto da atividade se desenvolver em grupo e em função de vários problemas/situações com que se foram deparando, facilitou o desenvolvimento do raciocínio matemático, na medida em que os alunos eram encorajados a questionar as ideias uns dos outros, a explicar e a justificar as suas opiniões ou procedimentos. Verificou-se uma melhoria do desempenho da turma na ficha de avaliação.

Verificou-se que, em todos os grupos, a utilização de procedimentos implicou também, o desenvolvimento do raciocínio e da visualização espacial. Assim, quando desenvolveram estratégias para calcular uma área por decomposição e relacionaram objectos a três dimensões com as suas representações a duas dimensões foi também desenvolvido o raciocínio espacial. Para além destas situações, foram observadas outras em que foi utilizado o raciocínio ou seja, para comentar ideias, para explicar e/ou justificar opiniões ou procedimentos. Em número muito pouco significativo registaram-se algumas situações de análise e avaliação dos procedimentos ou estratégias definidas. Não foram observadas situações ou comportamentos que indicassem a formulação de conjecturas ou a utilização do raciocínio dedutivo ou indutivo.

Considerações finais

A realização desta investigação, mostra que é possível fazer aprendizagens matemáticas significativas através de um ensino-aprendizagem exploratório, contribuindo para o desenvolvimento das competências matemáticas em estudo.

Embora os dados obtidos com este estudo não permitam fazer generalizações há no entanto, alguns aspectos que confirmam algumas das vantagens apresentadas por diversos dos autores, relativamente ao Trabalho de Projeto e que deverão ser levadas em consideração nas práticas lectivas futuras.

Este estudo mostra que é possível abordar a Matemática de forma diferente daquela que alguns autores designam por “ensino directo”. Para além de permitir a valorização de determinadas capacidades dos alunos, que de outro modo seria difícil, envolve-os numa aprendizagem matemática com sentido e de cariz exploratório. Deste modo serve também de incentivo a todos aqueles que a julgam como uma disciplina difícil e mostra que o sucesso pode ser mais abrangente, de acordo com aquilo que é proposto e da forma como se propõe. Esta atividade suscitou bastante interesse e empenho mesmo aos mais resistentes mostrando-lhes o carácter lúdico, pedagógico e enriquecedor da disciplina. A prática como descoberta abre caminhos à solução e a experimentação faz fluir o conhecimento.

Referências

- Abrantes, P. (1994). *O trabalho de projeto e a relação dos alunos com a Matemática a experiência do Projeto MAT789*, (Tese de Doutoramento). Lisboa: APM.
- Abrantes, P., Matos, J. & Ponte, J. P. (1998). *Investigação em educação matemática — implicações curriculares*. Lisboa: Ministério da Educação, IIE.
- APM (1998). *Matemática 2001 — diagnóstico e recomendações para o ensino e aprendizagem da Matemática*. Lisboa: Associação de Professores de Matemática e Instituto de Inovação Educacional.
- Artzt, A. & Curcio, F. (1998) Students communicating in small groups: Making sense of data in graphical form. In Steinbring, H., Bussi, M. & Sierpinska, A. (Ed.) *Language and communication in the mathematics classroom*. (p. 179-190). Reston, VA: National Council of Teachers of Mathematics.
- Artzt, A. & Newman, C. (2006). *How to use cooperative learning in the mathematics class*. Reston, VA: National Council of Teachers of Mathematics.
- Bogdan, R. & Biklen, S. (1994). *Investigação qualitativa em Educação*. Porto: Porto Editora.
- Castro, L. & Ricardo, M. (2003). Gerir o Trabalho de Projeto. *Guia para a flexibilização e revisão curriculares*. Lisboa: Texto Editores.
- Cockcroft, W. (1982). *Mathematics Counts*. London: Her Majesty's Stationery Office.
- Cromley, J. (2000). *Learning to think, learning to learn: What the science of thinking and learning has to offer adult education*. Washington D.C.: National Institute for Literacy. Retirado da World Wide Web em 18 de Outubro de 2006 de <http://www.nifl.gov/activities/filwname.htm>.
- DEB (2001). *Curriculo Nacional do Ensino Básico*. Competências Essenciais. Lisboa: ME-DEB.

- DGEBS (1991). *Programa de Matemática do 2º Ciclo do ensino Básico, Plano de Organização do Ensino-aprendizagem Volume II*. Lisboa: Ministério da Educação.
- DGIDC (2005). *Relatório Nacional. Provas de aferição do Ensino Básico, 4.º, 6.º e 9.º anos — 2004*. Lisboa: Ministério da Educação/ Direcção-Geral de Inovação e de Desenvolvimento Curricular.
- Fernandes, D. (2005). *Avaliação das Aprendizagens: desafios às práticas e políticas*. Lisboa: Texto Editores.
- Garção, N. (2004). *Reorganização curricular do Ensino Básico: perspectivas, decisões e dificuldades de três professores de Matemática*. Lisboa: Associação de Professores de Matemática (Tese de Mestrado da Universidade de Lisboa).
- Greenes, C. & Schulman, L. (1996). Communication process in mathematical explorations and investigations. In Elliott, P. e Kenney, M. (Ed.) *Communication in Mathematics, K-12 and Beyond. Yearbook 1996*. (p. 159-169). Reston, VA: National Council of Teachers of Mathematics.
- Leitão, A. & Fernandes, H. (1997) Trabalho de grupo e aprendizagem cooperativa n resolução de problemas por futuros professores de matemática. In D. Fernandes, F. Lester, A Borralho, e I. Vale, (Orgs). *Resolução de problemas na formação inicial de professores de Matemática. Múltiplos contextos e perspectivas*. (p. 99–128). Aveiro: GIRP.
- Leite, E., Malpique, M. & Ribeiro, M. (1989). *Trabalho de Projeto (1): aprender por projetos centrados em problemas*. Porto: Edições Afrontamento.
- ME (2007). *Programa de Matemática do Ensino Básico*. Lisboa: Ministério da Educação, DGIDC.
- NCTM (2000). *Principles & Standards for school mathematics*. Reston, VA: National Council of Teachers of Mathematics.
- Nunes, C. & Ponte, J. (2010). O professor e o desenvolvimento curricular: Que desafios? Que mudanças? In GTI (Ed.), *O Professor e o Programa de Matemática* (pp.61–88). Lisboa: APM.
- Peterson, P. (1992). Teaching for higher-order thinking in mathematics: The challenge for the next decade. In Grous, D., Cooney, T. & Douglas, J. (Ed.). *Perspectives on research on effective mathematics teaching* (p. 2–26). Reston: NCTM.
- Ponte, J. P. (1994). Uma disciplina condenada ao insucesso? *Noesis*, 32, 24–26.
- Ponte, J. P. (2005). Gestão curricular em Matemática. Em GTI (Ed.), *O professor e o desenvolvimento curricular* (pp. 11–34). Lisboa: APM.
- Rebelo, P., (2007). *Reorganização curricular e trabalho de projecto: Uma experiência do ensino da Geometria no 6.º ano de escolaridade*. (Tese de Mestrado, Universidade do Minho).
- Rey, B., Carette, V., DeFrance, A. & Kahn, S. (2005). *As competências na escola. Aprendizagem e avaliação*. Vila Nova de Gaia: Gailivro.

Resumo. Este artigo relata uma investigação efetuada em 2007 numa turma do 6.º ano de escolaridade, de uma escola pública. Nesta investigação procedeu-se à reorganização de parte do currículo de matemática, mais concretamente ao nível da Unidade Temática – Geometria, adotando-se a metodologia de Trabalho de Projeto como a experiência matemática desencadeadora da aprendizagem. Com este estudo, pretendeu-se analisar de que forma uma abordagem diferente da geometria, poderia influenciar os alunos, no que diz respeito ao conhecimento de conceitos e procedimentos matemáticos; à capacidade de comunicação matemática e ao raciocínio.

Palavras-chave: Desenvolvimento curricular, Geometria, Trabalho de projeto, Competências matemáticas.

Abstract. This paper describes an investigation that took place in 2007, in a 6th grade classe of a public school. In the investigation there was a reorganization of part of the mathematical curriculum, more precisely of a thematic unit – Geometry, adopting a Project Based Learning methodology as the mathematical experience that triggers learning. The purpose of this study is to examine in wich way this approach influences the students in: their conceptual and procedural knowledge; their ability in mathematical communication and in their thinking processes.

Key words: Curricular development, Geometry, Project Based Learning, Mathematical competences.

■■■

PAULA CRISTINA REBELO
Escola E. B. 2, 3 Abel Varzim
paulaaspra@gmail.com

ALEXANDRA GOMES
IE/CIEC - Universidade do Minho
magomes@ie.uminho.pt

(Recebido em janeiro 2011, aceite para publicação em fevereiro de 2012)

