



## Construção e integração de conteúdos em formato digital no domínio da Matemática – uma experiência pedagógica

**Berta Simão**

Escola Secundária Dr. Ginestal Machado  
bersima@gmail.com

### Resumo

O presente estudo visa avaliar o impacto do software, construído para a lecionação de um conteúdo de Geometria de 10.º ano, *Secções determinadas num Cubo por um Plano*, não só ao nível da motivação como no desenvolvimento de competências geométricas e transversais.

A metodologia adotada para este estudo, que foi desenvolvido em sala de aula, é de natureza qualitativa do tipo estudo de caso de carácter exploratório, sendo o caso a exploração do software *Secções determinadas num Cubo por um Plano* numa turma de 10.º ano de escolaridade. A recolha de dados foi efetuada através de questionários, entrevistas semiestruturadas, relatórios e fichas de avaliação formativa.

Os resultados obtidos permitem-nos concluir que o software educativo teve impacto na motivação dos alunos para a aprendizagem do conteúdo em questão, desenvolvendo neles competências geométricas e transversais. Permitiu, igualmente, aos aprendizes viverem uma experiência inovadora em sala de aula, empenhando-se na construção do seu próprio conhecimento, partilhando ideias com os colegas e com a professora, o que contribuiu também para uma maior valorização da Matemática.

**Palavras-chave:** aprendizagem da Geometria; software; motivação; competências; trabalho cooperativo.

### Abstract

This study aims at evaluating the impact of the software targeting the teaching of Geometry involving 10th grade of a Portuguese school: *Determined Sections in a Cube by means of a Plan*. This concerns not only what motivation implies but also the development of the side competences in Geometry.

The method used for this study was developed in the classroom focusing on a quality



evaluation of a particular situation and thus exploring the software: *Determined Sections in a Cube by means of a Plan*. The target group were 10th grade of a Portuguese school.

The gathering of data was performed by means of questionnaires, half-structured interviews, reports and formative evaluation worksheets.

According to the results, we may conclude that this educational software had a great impact on the students in what regards the process of learning of the previously mentioned subject, having therefore acquired geometrical and side competences.

It is worth mentioning that these students went through a new experience in the classroom being very much motivated in acquiring and sharing ideas both with their classmates and their teacher, which contributed a lot to the importance of Mathematics.

**Key words:** the process of learning in the subject: Geometry; software; motivation; competences; team work.

## Resumen

El presente estudio visa evaluar el impacto de un software construido para enseñar en clase de Geometría para 4º de enseñanza secundaria obligatoria, las "Secciones determinadas en un Cubo por un Plano" tanto a nivel de la motivación como a nivel del desarrollo de las competencias geométricas y transversales.

La metodología adoptada para el estudio, desarrollado en aula, es de naturaleza cualitativa, del tipo de estudio de los casos de carácter exploratorio, siendo este, el de la exploración de software "Secciones determinadas en un Cubo por un Plano" realizado en una clase determinada de 4º de ESO. La compilación de datos fue efectuada a través de cuestionarios, entrevistas medio estructuradas, informes, fichas de evaluación formativa y trabajo del proyecto.

Los resultados obtenidos nos permiten concluir que el software educativo tuvo impacto en la motivación de los alumnos en el aprendizaje del contenido en cuestión, desarrollando en ellos competencias geométricas y transversales. Permitted, igualmente, a los aprendices vivir una experiencia innovadora en clases, poniendo todo su empeño en la construcción de su propio conocimiento, compartiendo ideas con sus colegas y con el profesor, lo que contribuyó también para una mayor valoración de las Matemáticas.

**Palabras-llave:** aprendizaje de la Geometría; software; motivación; destrezas; trabajo cooperativo.



## Introdução

A escola, como principal agente educativo, tem um papel preponderante na responsabilidade de formar cidadãos capazes de se adaptarem a uma sociedade em permanente mutação. Por isso, urge torná-la num lugar onde, para além de um saber efetivo, se promova a formação integral dos alunos. E este processo de formação passa essencialmente por proporcionar-lhes a vivência de experiências que lhes permitam incrementar a inovação e a criatividade.

Neste sentido, entendemos que o professor, ao planificar as suas aulas, tem que sobretudo implementar formas de trabalho que visem permitir a aquisição de conhecimentos e o desenvolvimento de habilidades que contribuam para o enriquecimento pessoal dos alunos, como sejam a capacidade de pensar por si próprios e, ao mesmo tempo, de ser capazes de saber olhar criticamente para as situações com que se deparam. Por outro lado, é aconselhável que as atividades propostas pelo docente permitam otimizar o desempenho dos aprendizes através de uma adequada 'gestão' dos seus talentos, motivando-os para a aprendizagem. Como tal, defendemos a integração dos computadores na aula de Matemática, não de uma forma abusiva mas quando tal se justifica, ou seja, para fomentar nos alunos a qualidade de pensamento diversificado. Interessa-nos, sobretudo, a tecnologia, não como um fim, mas como um meio que nos permita criar situações problemáticas, as quais requerem dos aprendizes um envolvimento significativo na descoberta de saberes matemáticos.

É neste domínio que decidimos construir e integrar em suporte digital um conteúdo de Geometria de 10.º ano fazendo, no entanto, a articulação com outros conhecimentos que os alunos possuem de anos anteriores. É assim que concebemos o currículo como integrador de ideias matemáticas relevantes e em que os aprendentes constroem essas ideias sempre a partir de outras que já possuem.

Por outro lado, justificamos a nossa opção por este estudo com a nossa experiência profissional que nos diz que a Geometria é uma área da Matemática que não é muito apreciada pelos aprendizes comparativamente com outros ramos, nomeadamente Funções e Estatística. Todavia, entendemos que a Geometria pode permitir olhar para o que nos rodeia segundo uma outra perspetiva, pelo que nos parece sensato afirmar que uma aposta efetiva por parte do professor, no ensino e na aprendizagem deste ramo do saber, pode desabrochar interesses nos aprendizes por esta área.



O nosso empenho na construção de um software para a aprendizagem de um conteúdo de Geometria de 10.º ano prende-se com a necessidade de ajudar alunos que revelem dificuldades na visualização espacial.

A experiência pedagógica que a seguir iremos descrever foi realizada no âmbito de uma tese de mestrado em Educação, na área da inovação pedagógica. Foi uma experiência desenvolvida com alunos do 10.º ano de escolaridade para abordar o conteúdo *Secções determinadas num Cubo por um Plano*. Para esse efeito, foi então criado um software educativo, que não teria tanto impacto na aprendizagem dos alunos se o mesmo não tivesse sido apoiado pelo Geogebra.

A construção deste recurso digital pretendeu contribuir para a consecução dos seguintes objetivos: 1) levar o aluno a construir o seu próprio conhecimento; 2) colocar o aprendiz a descrever a intersecção do cubo por um plano dado, bem como a saber construir e desenhar uma representação da intersecção obtida; 3) desenvolver no aprendiz competências específicas de Geometria e transversais; 4) ajudar a superar a dificuldade de visualização espacial sentida por muitos alunos; 5) motivar o estudante para a aprendizagem da Matemática; 6) proporcionar um espaço de aprendizagem colaborativa.

## Contextualização teórica

### Objetivos e razões que levaram à construção do software

A experiência do ensino da Geometria mostra que são muitos os alunos que apresentam dificuldades na visualização espacial. Os autores Ponte e Canavarro (1997, p.105) defendem que os computadores podem facilitar a visualização pois “existem alguns programas que permitem obter variadas perspetivas de objetos geométricos tridimensionais, contribuindo assim para contornar um dos aspetos mais críticos da aprendizagem da geometria”. Por outro lado, o próprio programa para a disciplina de *Matemática A* refere que “é conveniente que o estudante fique a saber desenhar representações planas dos sólidos com que trabalha, a descrever a intersecção do cubo com um plano dado, a saber construir e a desenhar uma representação da intersecção obtida, utilizando as regras da perspetiva cavaleira” (Ministério da Educação, 2001, p.25). Estando conscientes destes factos, pareceu-nos possível desenvolver um software que ajudasse o estudante a desenvolver competências de visualização e representação, através de figuras que tão necessárias são para o estudo de outros temas de Matemática.



Pensámos então em construir e integrar o conteúdo programático as Secções *determinadas num Cubo por um Plano*, de 10.º ano de escolaridade, em formato digital. Houve a preocupação de o ligar a outros conteúdos de Geometria que fazem parte dos programas curriculares do Ensino Básico, como sejam: modos de definir um plano, critérios de paralelismo e de perpendicularidade de reta e plano e de planos, cálculo de perímetros e de volumes. Esta preocupação de interligar conteúdos curriculares surgiu na medida em que pretendíamos tornar a aprendizagem das secções de corte mais significativa para os alunos, bem como atender às sugestões metodológicas provenientes do Departamento do Ensino Secundário que aponta para que “compondo e decompondo figuras planas (ou tridimensionais) o estudante deve saber calcular ou relacionar áreas (ou volumes)” (Ministério da Educação, 2001, p.25).

Dado que pretendíamos igualmente levar o aprendiz a construir figuras geométricas e a fazer conjecturas sobre as mesmas, pensámos portanto que um software de Geometria Dinâmica, como é o caso do GeoGebra, poderia ser uma opção. Por outro lado, a ideia de incorporarmos no hipermédia um ambiente dinâmico, justifica-se pela importância que tem o aluno manipular objetos utilizando ferramentas disponibilizadas nesse ambiente. O processo de construção do conhecimento sai favorecido com a manipulação, uma vez que esta torna os objetos abstratos em concretos. Numa perspetiva construtivista, o aprendiz, ao manipular os objetos, “desenvolve relações que lhe [sic] auxiliam a entender os conteúdos a ele relacionados” (Kalinke e Trovon, s.d, p.6).

Um programa dinâmico permite ao aluno manusear e transformar objetos de forma a que estes se adaptem às suas necessidades. Como salientam Gravina e Santarosa (1998, p.10):

a instância física de um sistema de representação afeta substancialmente a construção de conceitos e teoremas. As novas tecnologias oferecem instâncias físicas em que a representação passa a ter carácter dinâmico, e isto tem reflexos nos processos cognitivos, particularmente no que diz respeito às concretizações mentais. Um mesmo objeto matemático passa a ter representação mutável, diferentemente da representação estática das instâncias físicas tipo 'lápiz e papel' ou 'giz e quadro-negro'."

Também Matos (2008, p.77) sustenta que papel e lápis, quadro e giz são artefactos que continuam a ser necessários para a representação e que as TIC não visam substituí-los na atividade matemática. O seu objetivo é “transformar e expandir as possibilidades de representação [...] e abrir novas perspetivas de análise.”



Optámos pelo Geogebra por várias razões que se consideram ser grandes vantagens deste software: a facilidade da sua utilização, nomeadamente as ferramentas que se apresentam extremamente intuitivas e que permitem marcar pontos, traçar segmentos de reta, retas paralelas e/ou perpendiculares e, por outro lado, o facto de estar disponível na Web para download de forma gratuita e portanto facilmente acessível ao público-alvo.

Outra vantagem do GeoGebra é que ele possui uma *barra de navegação para passos da construção* que permite perceber o modo como foi feita a construção dos objetos. Ora, sendo pedida ao aluno a gravação do ficheiro com a resolução das atividades solicitadas, o professor tem a possibilidade de analisá-la posteriormente e perceber os diferentes passos dados ao longo da construção. Criámos, então, na maior parte das atividades constantes do software, uma hiperligação ao GeoGebra.

## Metodologia

O estudo desenvolvido em sala de aula é de natureza qualitativa do tipo estudo de caso, sendo o caso a exploração do software *Secções determinadas num Cubo por um Plano* numa turma de 10.º ano de escolaridade, exploratório e descritivo. Assim, a metodologia de investigação por nós adotada assenta no estudo de caso de natureza descritiva e exploratória, dado que pretendemos não só conhecer uma realidade totalmente desconhecida que é a implementação numa dada turma de um software por nós construído, e o impacto criado por este recurso nos alunos, bem como colocar hipóteses com o objetivo de entender essa realidade. O que pretendemos, essencialmente, é compreender e descrever as perceções individuais da turma em estudo, face a um software específico. Tal é congruente com o que Carmo e Ferreira (1998, p.47) defendem relativamente aos estudos exploratórios cujo objetivo é “proceder ao reconhecimento de uma dada realidade pouco ou deficientemente estudada e levantar hipóteses de entendimento dessa realidade”.

Apesar de termos optado fundamentalmente por um paradigma de índole qualitativa, recorreremos também, numa lógica de complementaridade, a técnicas de recolha de dados que se inscrevem mais num paradigma quantitativo (Bell, 2008). Também os autores Reichardt e Cook (citados por Carmo & Ferreira, 1998, p.176) defendem que “um investigador para melhor resolver um problema de pesquisa não tem que aderir rigidamente a um dos dois paradigmas, podendo mesmo escolher uma combinação de atributos pertencentes a cada um deles”.



A recolha de dados foi realizada através de fichas de avaliação formativa, do registo vídeo e gravador de voz digital, diário de bordo, observação participante, documentos e ficheiros gravados pelos próprios alunos com o trabalho efetuado no computador.

Tivemos em conta o que Psathas (citado por Bogdan e Biklen, 1994, p.51) refere acerca dos investigadores qualitativos em educação que questionam de forma contínua os sujeitos da investigação com a finalidade de perceber “aquilo que eles experimentam, o modo como eles interpretam as suas experiências e o modo como eles próprios estruturam o mundo social em que vivem”. Daí que tenhamos recorrido também a inquéritos por questionário e por entrevista, a relatórios e a conversas informais.

## Apresentação do software

O software<sup>1</sup> que agora apresentamos mostra na sua página inicial, através de imagens animadas, diferentes secções do cubo.



Figura 1 – Página inicial do Hipermedia

Podemos encontrar também um pequeno texto explicativo sobre secções. Este texto bem como as imagens surgem aqui com um propósito bem definido: proporcionar ao aprendiz, através da definição e do visionamento de várias secções, um primeiro contacto com este conteúdo, para que possa optar entre dois caminhos

.1 Registo no IGAC – Inspeção-geral das Atividades Culturais, tendo-lhe sido atribuído o registo n.º 4279/2008.



distintos e possíveis: as SECÇÕES e as APLICAÇÕES. Como nunca pretendemos apresentar ao aluno um trabalho acabado, ou seja, dizer-lhe como se desenham secções, ou informá-lo *a priori* das suas propriedades, mas antes propor atividades que o levem a apropriar-se, por si próprio, desses conhecimentos, pensamos que a opção aplicações não fica comprometida se o aluno optar por ela em primeiro lugar. Entendemos, assim, colocar na página inicial do hipermédia essa possibilidade de escolha.

Recorremos também a Caixinhas de Memória, basicamente para relembrar conteúdos apreendidos em anos transatos. Mas, a Caixinha da Memória tem uma segunda finalidade: chamar constantemente a atenção para uma definição que não deve ser negligenciada pelo aluno, a de secção. Esperamos que ele interiorize este conceito ao longo da exploração do hipermédia.

Houve também a preocupação de facultar o movimento das truncagens do cubo, de modo a evidenciar a correspondente secção de corte. Acreditamos que este facto pode traduzir-se numa vantagem para os alunos que manifestam dificuldades na visualização espacial.

Como não pretendemos que o aluno seja levado a pensar que só se obtêm quadrados quando um plano de corte intersecta quatro faces de um cubo, criámos uma sequência animada de outros paralelogramos retângulos. No entanto, não foi nossa intenção dar-lhe a conhecer todas as classes de polígonos que se obtêm por essa intersecção. Queremos que seja ele próprio a descobrir outros polígonos possíveis, nomeadamente losangos e trapézios, aquando da resolução das APLICAÇÕES.

Nesta primeira parte que constitui o software, pretendemos apresentar apenas alguns exemplos de secções determinadas num cubo por um plano, de entre infinitas que existem, porque acreditamos que esses exemplos são em número suficiente e, ao mesmo tempo, são um bom suporte para a aprendizagem desta temática, tal como refere Papert (1985, p.24), "o melhor caminho para entender a aprendizagem é primeiro entender casos específicos, bem escolhidos, e depois tentar generalizar a partir desse conhecimento".

Em *aplicações* o aluno tem uma variedade de atividades cuja resolução exige dele competências não só específicas de Geometria mas também transversais, uma vez que é forçado a expressar o seu raciocínio, a conjecturar, a argumentar e a criticar. Nesta parte, optámos por integrar o GeoGebra para que o aluno tenha a possibilidade de desenhar as secções (substituindo o papel e lápis tradicionais) e,



ao mesmo tempo que o faz, aperceba-se de propriedades das figuras geométricas. Pensamos que este facto o ajuda a apreender melhor o tema em apreço, o que vai ao encontro do que vem referenciado nas indicações metodológicas provenientes do Departamento do Ensino Secundário onde se afirma: "A exploração de programas computacionais pode ajudar eficazmente o estudante a desenvolver a percepção dos objetos do plano e do espaço e a fazer conjeturas acerca de relações ou acerca de propriedades de objetos geométricos." (Ministério da Educação, 2001, p.24).

De seguida, fazemos uma descrição do que se pode encontrar em cada APLICAÇÃO. Assim, a Aplicação1 é constituída por duas questões. Na primeira,



Figura 2 – Aplicação 1 – Questão 1

o aluno é convidado a representar dois segmentos paralelos, pertencentes a faces distintas de um cubo, e a justificar se podem ser lados de uma secção. Esta questão leva-o a argumentar utilizando conhecimentos adquiridos em anos anteriores que são lembrados no menu SECÇÕES e ao mesmo tempo introduz o estudante na representação de polígonos. Poderá constituir uma experiência especialmente enriquecedora na aprendizagem do conteúdo em questão uma vez que, dependendo dos segmentos traçados, os diferentes grupos de alunos da sala de aula, podem obter distintos polígonos: quadriláteros, pentágonos ou hexágonos.



Quanto à Questão 2 desta Aplicação,



Figura 3 – Aplicação 1 – Questão 2

consideramo-la de grande importância, pois é através dela que o aluno reconhece, por si próprio ou recorrendo ao seu par ou ao professor, propriedades das secções que o capacitam para a respetiva representação. Se o aluno não interiorizar estas regras, terá sempre dificuldade em desenhá-las. Entenda-se por representação a tentativa de reproduzir objetos tridimensionais num desenho a duas dimensões com todas as limitações inerentes (Veloso, 1998). Para tais representações utilizamos a perspetiva cavaleira que é a mais usada em educação. O desenho em perspetiva cavaleira é, para Veloso (1998, p.157), "um auxiliar essencial na visualização e resolução de problemas de Geometria no espaço, tendo em consequência uma grande importância no ensino da Geometria, devendo ser aprendido e utilizado pelos alunos como meio principal de representação".

Para resolver a Aplicação 2



Figura 4 – Aplicação 2 – Questão 1

o aluno deve começar por traçar a secção resultante do corte pelo plano ABC, pelo que tem que invocar as conclusões a que chegou na aplicação anterior. De seguida, a deslocação dos pontos A, B e C permite-lhe conjecturar acerca de propriedades das figuras geométricas que vai obtendo. Deste modo, pretendemos que o aluno conclua em que condições é que podem ser obtidos paralelogramos, umas vezes retângulos, outras não.

Ao construir o software pretendemos, sobretudo, criar condições para que o aprendente possa progredir, por si só ou com a ajuda do seu par, no traçado das secções de um cubo mas que, ao mesmo tempo, desenvolva competências transversais como sejam: validar conjecturas, argumentar e raciocinar logicamente. As Aplicações 2 e 3 pretendem propiciar a aquisição destas aptidões.

A experiência diz-nos que, com muita frequência, a resposta que se obtém quando é pedida a intersecção de um cubo por um plano definido por três pontos é o primeiro polígono indicado na Questão 1 da Aplicação 4

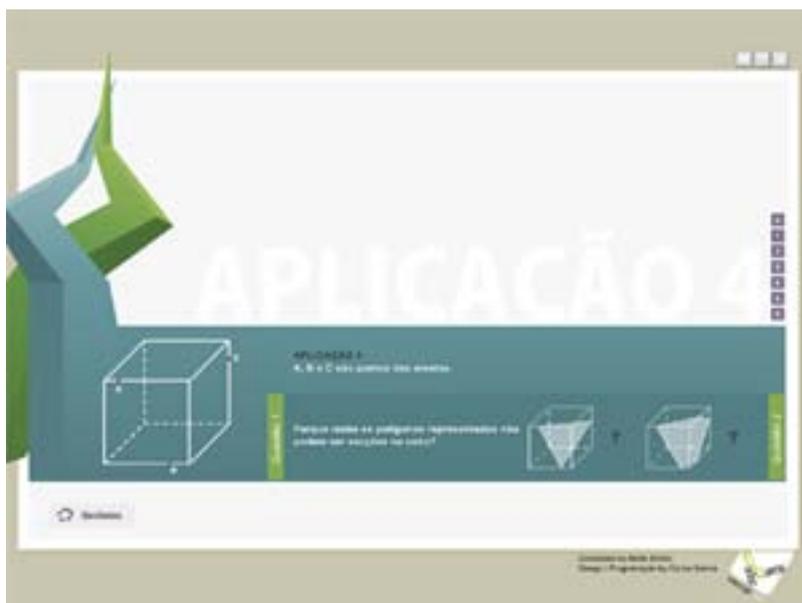


Figura 5 – Aplicação 4 – Questão 1

Encontramos justificação para este erro na falta de domínio, por parte do aluno, das regras essenciais da representação de secções, como sejam: 1) os lados destas estão contidos nas faces do cubo; 2) os lados das secções de corte são paralelos quando estão contidos em faces paralelas; 3) os vértices das secções são pontos que pertencem às arestas do cubo; 4) os vértices consecutivos pertencem sempre à mesma face do cubo.

Ora, neste momento, é nosso intuito que, através da resolução das Aplicações anteriores, o aluno já se tenha apropriado destes princípios. A Aplicação 4 servirá como prova do sucesso desta interiorização, tanto para o aprendiz como para o próprio professor.

Uma das competências a desenvolver no aluno do Ensino Secundário é a capacidade de “comunicar conceitos, raciocínios e ideias, oralmente e por escrito, com clareza e progressivo rigor lógico” (Ministério da Educação, 2001, p.5). Foi esta a base para a formulação da questão 1 da Aplicação 4. Acreditamos que nesta fase inicial do 10.º ano o aluno poderá ser confrontado com situações semelhantes que permitem o tratamento do tema transversal que é a Comunicação Matemática.

Como nesta fase é desejável que o aluno já esteja em processo de testagem da

sua capacidade de visualização espacial, pretendemos que, com a Aplicação 5 e Aplicação 6, ele se distancie da representação de secções com recurso a meios digitais. É a estes aspetos que apelam as questões que aqui são levantadas, pois que, para além de permitirem experienciar o traçado de secções com papel e lápis (já que é este o suporte preferencial nos momentos de avaliação sumativa), estimulam a emissão de juízos críticos e fomentam a expressão escrita.

A competência específica de Geometria, subjacente à classificação de triângulos por identificação das propriedades métricas dos seus lados, é essencial à proposta de trabalho que se apresenta na Questão 1 da Aplicação 6.

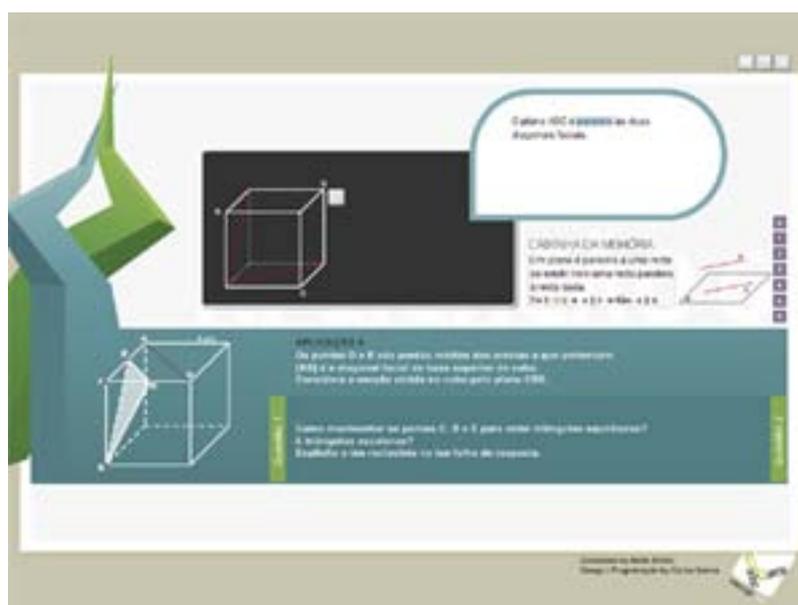


Figura 6 – Aplicação 6 – Questão 1

Assim, este item é uma oportunidade de discussão entre pares que se traduz sempre numa forma facilitadora da apropriação de conhecimentos.

Como facilmente se atesta ao longo do software, o apelo a conteúdos lecionados no Ensino Básico é uma constante. É neste contexto que o cálculo de volumes e a aplicação do Teorema de Pitágoras são exigências da Questão 2 da Aplicação 6.

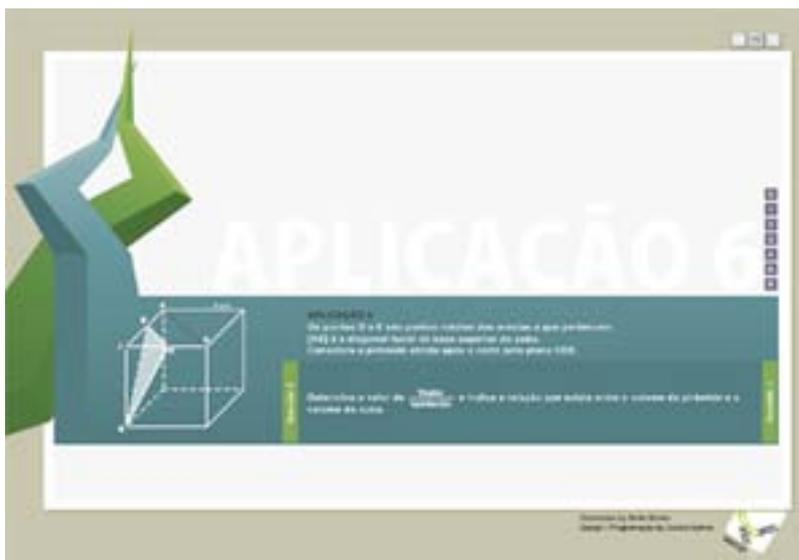


Figura 7 – Aplicação 6 – Questão 2

Aproveitámos também a oportunidade para introduzir o estudo das relações métricas entre sólidos resultantes de truncagens do cubo. Assim o aprendiz não só tem que calcular os volumes do cubo e da pirâmide como tem que interpretar o resultado obtido.

## Resultados

Pelos resultados obtidos nas duas fichas de avaliação formativa, constatámos que foram desenvolvidas competências específicas de Geometria uma vez que verificámos melhoria na justificação dos critérios de paralelismo e de perpendicularidade de reta e plano e de planos, conteúdos lecionados no 9.º ano de escolaridade. Pensamos que tal situação poderá ser consequência do relacionamento destes conteúdos com o de Secção num Cubo, uma vez que o aluno ao construir as diferentes secções num cubo no GeoGebra e proceder à sua classificação necessitava de utilizar os critérios supracitados.

Por outro lado, podemos afirmar que os alunos adquiriram competências geométricas no que concerne às secções num cubo, nomeadamente saber descrever a intersecção do cubo com um plano dado, saber construir e a desenhar



uma representação da intersecção obtida. Tal situação foi confirmada através dos resultados que obtivemos na 2.ª ficha de avaliação formativa e também das entrevistas em que os alunos disseram que as aplicações no software lhes permitiram ter aprendido a desenhar as secções por eles próprios. Seguem-se dois exemplos de secções desenhadas pelos alunos no Geogebra:

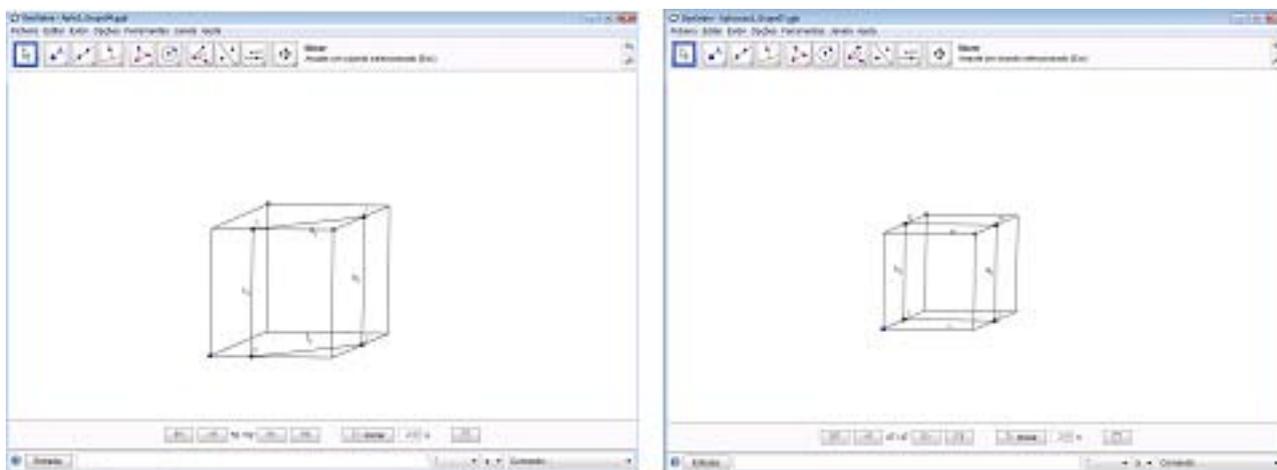


Figura 8 – Resolução da Aplicação 1 por dois grupos de alunos.

Salientamos também que a aprendizagem das secções num cubo, mediada pelo software, ajudou a colmatar um erro frequente na construção das secções – com que vínhamos sendo confrontados aquando da leccionação deste conteúdo – e que se prende com o traçado dos lados da secção a atravessarem o cubo. De facto, constatámos apenas um grupo a fazê-lo na primeira aplicação mas que superou essa dificuldade na medida em que já não cometeu esse erro aquando da realização da 2.ª ficha de avaliação formativa. Acreditamos que a linguagem matemática rigorosa que os alunos são compelidos a usar no GeoGebra para traçar as secções num cubo permite compreender os conceitos matemáticos envolvidos.

Podemos referir igualmente que o software, em relação à aprendizagem do conceito de secção, tem uma particularidade interessante que é a possibilidade de se adaptar a diferentes alunos uma vez que constatámos distintas preferências, pois que uns preferem a decomposição do cubo, outros o desenhar no GeoGebra e houve ainda quem revelasse a importância dos dois em simultâneo. Também verificámos no questionário que a maioria concordou totalmente que “o movimento



de decomposição do cubo facilita a compreensão do conceito de secção num cubo”. Curioso foi verificar que os alunos que assumiram ter maior dificuldade em visualizar fizeram recair a sua escolha na decomposição do cubo.

Relativamente ao item “o software facilita a visualização espacial”, 50% dos alunos responderam “concordo parcialmente” e 50% “concordo totalmente”, pelo que constatámos não ter havido nenhum aluno a discordar. Estas respostas foram condizentes com aquelas dadas pelos estudantes em entrevista, pois que todos os alunos foram unânimes em reconhecer que o software os ajudou na visualização das secções. Ilustramos este facto com a resposta dada por uma aluna, e que representa também o sentir da maioria dos seus colegas, “[...] ajudou bastante. ...é como eu estava a dizer há pouco, no quadro nunca se consegue ter essa visualização espacial que se tem no computador” (A1).

Quando perguntámos aos aprendizes como é que a visualização das secções tinha sido facilitada pela utilização do software, 11 disseram-nos que tinha sido pela decomposição do cubo na parte teórica, 7 pelo facto de construírem as secções no GeoGebra e 6 admitiram que tinha sido por ambas. Seguem-se excertos das entrevistas aos alunos que clarificam alguns destes resultados.

*(A19) – Acho que o desdobramento do cubo foi essencial, é aí que eu entendi bem.*

*(Inv) – Não foi tanto no desenhares no Geogebra?*

*(A19) – Foram as duas coisas mas penso que o principal foi o desdobrar do cubo foi aí que se deu o clique...completamente.*

A seguir, temos um exemplo de um aluno que referiu que ambas as partes o ajudaram:

*(A9) – Foi um bocado das duas... Aprendi na teoria a ver as secções pelo desdobramento do cubo e depois no Geogebra, aprendi mesmo a prática, aprendi a desenhar. Percebi o conceito de secção na parte teórica.*

O facto de os alunos terem que fazer conjeturas e apresentar argumentos que justificassem o seu raciocínio num trabalho a pares, permitiu-lhes desenvolver o espírito crítico e a competência de comunicação matemática.

Ao questionarmos os alunos sobre se a experiência que tiveram com o software lhes permitiu sentir, de algum modo, que os seus raciocínios foram desenvolvidos, a maioria referiu que sim. Por outro lado, o gráfico que se segue revela os resultados obtidos no item 15 - “o software promove o desenvolvimento do raciocínio”:

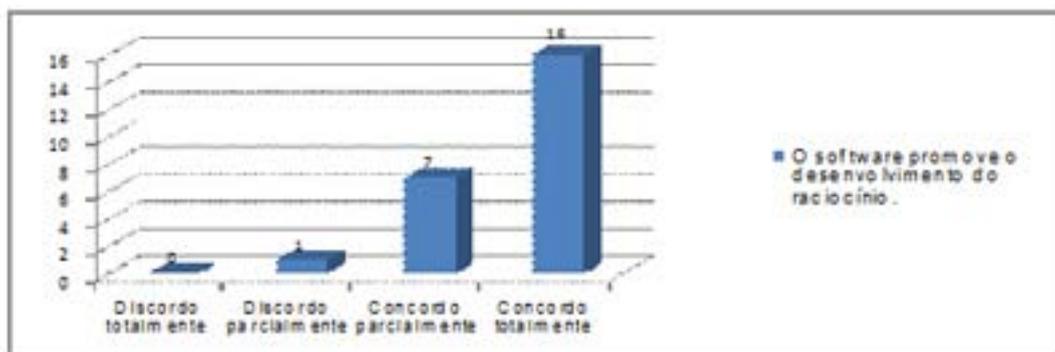


Gráfico 1– Resultados obtidos no item 15 da questão 2.1. do questionário final.

Pelo gráfico 1, podemos inferir que 66,7% dos alunos disseram "concordo totalmente", 29,2% escolheram "concordo parcialmente" e apenas 4,1% dos alunos assinalaram "discordo parcialmente". Mas foi a entrevista que nos ajudou a perceber a opção feita pelos aprendizes. De facto, quase todos se reportavam ao tipo de aplicações que constavam no software, como podemos atentar nas palavras de alguns alunos:

- *"Sim porque as aplicações não eram todas assim de caras, não sabíamos logo a resposta, tínhamos que pensar e isso desenvolveu o raciocínio"* (A14).
- *"As perguntas também estavam bem estruturadas para desenvolvermos o raciocínio, não eram daquelas perguntas diretas...eram daquelas mais indiretas em que tínhamos que chegar lá a partir de outra coisa e isso também ajudou muito"* (A8).
- *"Acho que sim porque as perguntas não eram diretas...davam luta"* (A13).

Pudemos constatar que os motivos que levavam os aprendizes a sentirem-se motivados e interessados pela aprendizagem dependiam de diversos fatores entre os quais o movimento dos objetos e a sequência da informação na parte teórica; o facto de aprenderem a desenhar as secções no GeoGebra em vez do suporte lápis e papel; o trabalho de pares proporcionando-lhes uma reflexão conjunta sobre o conteúdo em estudo e sua conseqüente compreensão; e o tipo de aplicações que apelavam ao raciocínio e que, por isso, se apresentavam como um desafio.

Acresce que o software possibilitou o tipo de avaliação que pretendíamos efetuar com os alunos. Na verdade, este recurso permitiu-nos fazer uma avaliação com carácter formativo, tanto por observação direta quando questionávamos os



aprendizes sobre as tarefas durante a exploração do software, como também, e numa fase posterior, através dos ficheiros do GeoGebra que eram gravados com o trabalho realizado.

Reconhecemos, assim, que integrámos a tecnologia na nossa prática letiva, procurando tirar o maior proveito dela – neste caso, a visualização – nas tarefas matemáticas que propusemos aos alunos, contribuindo deste modo para melhorar as suas oportunidades de aprendizagem.

Pelo exposto, podemos afirmar que os resultados obtidos permitem-nos concluir que o software educativo teve impacto na motivação dos alunos para a aprendizagem do conteúdo em questão, desenvolvendo neles competências geométricas e transversais. Permitiu, igualmente, aos aprendizes viverem uma experiência inovadora em sala de aula, empenhando-se na construção do seu próprio conhecimento, partilhando ideias com os colegas e com a professora, o que contribuiu também para uma maior valorização da Matemática.

## Conclusões

Por tudo o que esta experiência pedagógica nos transmitiu e que já foi referido anteriormente, somos impelidos a acreditar que o software contribui para uma formação mais exigente do aprendiz, pois que simultaneamente lhe oferece a possibilidade de uma aprendizagem de conteúdos geométricos e promove competências, tais como a visualização espacial, espírito crítico, responsabilidade e solidariedade, que contribuem para um enriquecimento pessoal do aprendiz.

Em relação à competência de visualização espacial, podemos afirmar que ela representa uma das vantagens do software, o que veio corresponder às nossas expectativas dado que um dos motivos que nos fez correr o risco da sua construção foi a necessidade de criar algo que ajudasse os alunos com dificuldades na visualização espacial, melhorando assim a sua prestação na disciplina de Matemática. Acreditamos, tal como Woods (citado por Sebarroja, 2001, p.129), que “o professor deve tentar converter os dilemas em oportunidades educativas.”, o que só é possível através da utilização de estratégias inovadoras, embora pese nesse agente educativo a insegurança que daí advém pois, como Cardoso (2003, p.27) afirma, inovar “é abandonar práticas e rotinas mais ou menos institucionalizadas, isto é, privar-se de pontos de referência seguros e tranquilizadores”.

Este estudo mostra, igualmente, que quando integramos o computador nas aulas de



Matemática, como forma de tornar mais significativa a aprendizagem de conteúdos programáticos e, ao mesmo tempo, desenvolver nos aprendentes as competências necessárias que lhes serão úteis pela vida fora, como sejam a capacidade de pensar, de trabalhar em grupo, de ser crítico, de aprender a aprender (Valente, 2002), contribuímos também para a valorização desta disciplina, uma vez que os aprendizes se sentem mais motivados para a aprendizagem. Esta motivação resulta, igualmente, do facto de o computador ser um instrumento potenciador da criação de dinâmicas sociais de aprendizagem, o que aconteceu efetivamente em sala de aula. Os discentes foram os construtores do seu próprio conhecimento, num caminho repleto de discussão entre os pares que foi gerada pelas aplicações constantes no software e também quando, após a implementação deste recurso, essa partilha de saberes extravasou para toda a turma.



## Referências bibliográficas

- Bogdan, R. e Biklen, S. (1994). *Investigação qualitativa em educação*. Porto Editora. Porto.
- Cardoso, A. (2003). *A receptividade à mudança e à inovação pedagógica: O professor e o contexto escolar*. 1.ª edição, Edições Asa. Porto.
- Carmo, H. e Ferreira, M. (1998). *Metodologia da investigação: Guia para auto-aprendizagem*. Universidade Aberta. Lisboa.
- Matos, J. (2008). Mediação e colaboração na aprendizagem em Matemática com as TIC. Em: A. P. Canavarro, D. Moreira, M. I. Rocha (eds.), *Tecnologias e educação matemática*, Secção de Educação Matemática da Sociedade Portuguesa de Ciências da Educação. Lisboa.
- Ministério da Educação (2001). *Matemática A – Programas 10.º, 11.º e 12.º ano*. Ministério da Educação. Departamento do Ensino Secundário. Lisboa.
- Papert, S. (1985). *LOGO: Computadores e Educação*. (tít. original: *Mindstorms – children, Computers and Powerful Ideas*. New York: 1980). Brasiliense S.A.. S. Paulo.
- Ponte, J. e Canavarro, A. (1997). *Matemática e novas tecnologias*. Universidade Aberta. Lisboa.
- Sebarroja, J. (2001). *A aventura de inovar. A mudança na escola*. Porto Editora. Porto
- Veloso, E. (1998). *Geometria: Temas actuais: Materiais para professores*. 1.ª edição, Instituto de Inovação Educacional. Lisboa.

## Ligações à internet por ordem de apresentação do texto escrito

- Kalinke, M. e Trovon, A. (s.d.). *A delimitação de critérios para análise e selecção de sites educacionais*. Disponível em:  
[http://www.educ.fc.ul.pt/docentes/jponte/seminario\\_curitiba\\_files/kalinke-trovon.doc](http://www.educ.fc.ul.pt/docentes/jponte/seminario_curitiba_files/kalinke-trovon.doc) [acedido em 10/06/2008].
- Gravina, M. e Santarosa, L. (1998). *A Aprendizagem da Matemática em ambientes informatizados*. Disponível em: <http://www2.mat.ufrgs.br/edumatic/artigos/a1.zip> [acedido em 10/06/2008].
- Valente, J. (2002). *O uso inteligente do computador na educação*. Disponível em: [http://www.unidavi.edu.br/~afischer/content/2002-Sep-27\\_19-57-37.pdf](http://www.unidavi.edu.br/~afischer/content/2002-Sep-27_19-57-37.pdf) [acedido em 8/5/2009].