

Estruturas e Geometria Dinâmica

A ideia de estrutura é intrínseca à matemática a nível superior. No entanto, quando pensamos sobre a matemática nos níveis elementares esta ideia parece estar ausente e a utilização deste termo é rara. Vale a pena pensar sobre o que está inerente aos vários níveis do conceito de estrutura na aprendizagem da geometria.

Este texto é também uma oportunidade de uma reflexão, ainda a quente, sobre as consequências das alterações de fundo vividas nas últimas semanas nas práticas de uma unidade curricular de Geometria na licenciatura em Educação Básica.

VER E MANIPULAR ESTRUTURAS

Quando olhamos para um quadrado recortado em cartolina, para um retângulo de uma folha de papel ou para uma peça compacta de plástico que representa uma figura geométrica plana, muito pouco ficamos a saber sobre a estrutura de cada um destes objetos matemáticos.

A afirmação de que para aprender geometria é indispensável recorrer a materiais manipuláveis é universalmente aceite. Ninguém se atreve a discordar. Ao longo dos anos muitos tipos de materiais manipuláveis têm sido criados e colocados à disposição dos professores e educadores, ao serviço da aprendizagem. É frequente utilizarmos a designação de materiais estruturados, porém, paramos pouco para pensar nas estruturas ou nos elementos das estruturas que estão subjacentes à conceção de um determinado material didático.

Um dos exemplos que considero mais interessante para ajudar a refletir sobre a estrutura dos materiais é o dos polydrons (figura 1). Quando surgiram em Portugal, no início dos anos noventa, eram peças de plástico compactas, que representam polígonos. A sua forma de encaixe, através dos lados dos polígonos, permite criar estruturas de poliedros. Algum tempo depois, as peças deixaram de ser compactas e passaram a representar a estrutura dos lados dos polígonos. Tudo o resto se manteve, a forma de encaixe e as cores. Além disso, foram criadas novas formas, como por exemplo outros tipos de triângulos para além do equilátero.



Figura 1

Esta nova conceção das peças dos polydrons permitiu ver as estruturas dos poliedros com destaque para os seus elementos constituintes. As peças compactas destacam as faces, as peças sem interior destacam as arestas dos poliedros. Uma diferença de grande impacto para estudar as relações entre os elementos que compõem a estrutura e obter as propriedades dos objetos geométricos representados.

A aprendizagem da geometria é feita de múltiplas experiências sobre os objetos geométricos representados por estruturas que também têm de ser diversas. No entanto, pensar que uma criança fica a conhecer o quadrado porque manipula algumas peças quadradas como os blocos lógicos ou tangran é um erro que permanece em gerações sucessivas de professores e educadores.

É com mágoa que observo, ano após ano, a presença deste erro no discurso e nas práticas de muitos professores e educadores.

A orientação de que a aprendizagem da geometria exige um trabalho longo e sistemático sobre as estruturas geométricas nos seus três níveis continua a não vingar nas práticas profissionais. As estruturas espaciais, geométricas e lógico-formais, indispensáveis à aprendizagem da geometria, não se constroem com meia dúzia de atividades de manipulação de materiais. Assim como algumas pinceladas dispersas não constituem uma composição artística. Não basta ver e manipular algumas estruturas de objetos geométricos, mesmo que sejam diversas, em meia dúzia de tarefas separadas e espalhadas ao longo da escolaridade.

CONSTRUIR ESTRUTURAS

O salto qualitativo sobre o conhecimento das estruturas é feito quando temos que construir as próprias estruturas ou quando usamos o conhecimento sobre as estruturas para construir objetos geométricos. Penso que há duas ideias decisivas a discutir sobre a construção de estruturas, uma ligada à educação artística e a outra à utilização da geometria dinâmica.

Não vou discutir agora a primeira sobre a qual se têm debruçado alguns artigos desta seção. Nesses artigos é reconhecido que as forças decisivas para a realização destas construções foram dadas pelo conhecimento das estruturas geométricas de objetos geométricos bidimensionais e tridimensionais, em combinação com a componente artística visual. Todas as experiências relatadas foram realizadas por crianças com as suas educadoras.

Com crianças pequenas a criação destas estruturas geométricas pode ser aliciante e desafiadora, mas para crianças um pouco mais velhas temos à nossa disposição o poder dos ambientes dinâmicos. O valor destes ambientes para a aprendizagem é incomparavelmente mais forte do que o dos materiais manipuláveis. Não podemos mais ignorar este desafio, formando professores e educadores para que passem a usar

sistematicamente os ambientes de geometria com todo o seu potencial.

Em 1999, o encontro designado por “Ensino da Geometria no virar do milênio”, organizado pelo Departamento de Educação da FCUL, marcou uma discussão alargada sobre esta temática. Vale a pena recordar as atas do encontro.

Num texto que escrevi então, com o título de Computadores no Ensino da Geometria, usei várias vezes as palavras vida e viva para apontar as possibilidades dessas “ferramentas que foram criadas para a velha geometria, mas que abriram possibilidades ignoradas”, referindo que a geometria se pode transformar e tornar viva (Loureiro, 1999).

Passaram mais de vinte anos sobre a escrita desse texto. Este ano voltei a dar aulas na formação inicial de professores e educadores e tenho muitos alunos que já nasceram neste século, depois do texto ter sido escrito. Embora não sejam todos meus alunos, partilho com a Lina Brunheira as turmas da unidade curricular de Geometria em que há cerca de 120 alunos. As primeiras aulas foram de choque. O desconhecimento e a resistência à geometria dinâmica eram enormes e, às vezes, assustadores. Não vou falar da vontade que tive de desistir, porque o que vale a pena referir aqui foi o que aconteceu devido às medidas de contingência, ao confinamento e ao ensino, que passou a ser totalmente à distância.

De um momento para o outro as condições de trabalho alteraram-se. Por um lado, passou a haver um total constrangimento para a utilização em sala de aula de materiais concretos manipuláveis e, por outro, todos os alunos tinham acesso à utilização da geometria dinâmica, neste caso o Geogebra. Esta situação favoreceu o recurso à geometria dinâmica no plano e prejudicou o desenvolvimento da geometria no espaço associada ao recurso a materiais manipuláveis. Este favorecimento permitiu um investimento na conceção de novas tarefas geométricas, integradoras das aprendizagens que os alunos tinham feito até então, nomeadamente, aprendizagens sobre propriedades das figuras bidimensionais e sobre transformações geométricas. O estudo sobre a simetria das figuras bidimensionais e o desenvolvimento do raciocínio espacial foram amplamente reforçados. As construções geométricas passaram a ser o foco principal das tarefas.

Progressivamente, as aulas de grande grupo a distância passaram a ser dominadas pela geometria dinâmica. Praticamente todos os alunos passaram a trabalhar com este recurso e o entusiasmo pela geometria aumentou muitíssimo. O Geogebra 3D passou também a ser um recurso indispensável. E nessa utilização as destrezas digitais dos alunos ultrapassaram as nossas. Vários aspetos de conhecimento geométrico inerente à utilização das estruturas 3D ficaram por trabalhar, porém, a apropriação da geometria dinâmica vingou finalmente. Uma verdadeira revolução.

Esta é uma apreciação ainda muito a quente e até, talvez, empolada pelo entusiasmo do que conseguimos fazer juntos nestas últimas semanas. Porém, o que venho pensando há

muito tempo sobre as estruturas geométricas, a sua relação com a utilização de materiais manipuláveis e a sua relação com a geometria dinâmica confirmou algumas das minhas convicções sobre a aprendizagem da geometria e adquiriu uma nova convicção muito forte relativamente à formação de professores e educadores.

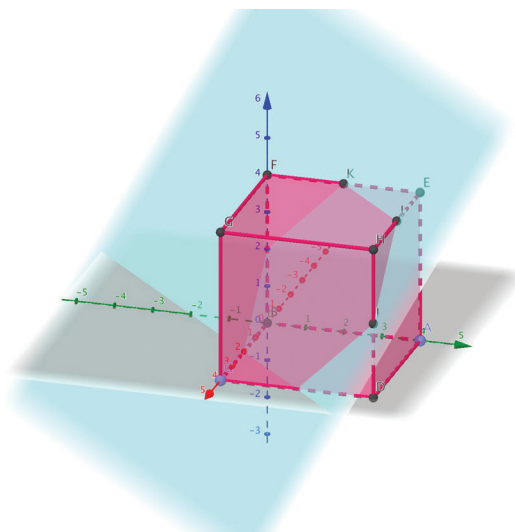


Figura 2. Construção em Geogebra 3D

Foi preciso largar totalmente os materiais manipuláveis para que a geometria dinâmica ganhasse finalmente terreno. Formulo por isso três ideias, em jeito de conjecturas, em que fico a pensar.

- As tarefas de aprendizagem são organizadas de modo a entrar a fundo na geometria dinâmica, sendo este o principal instrumento metodológico, e reduzindo o recurso a materiais manipuláveis que são colocados sempre, mas sempre mesmo, em ligação com a utilização digital.
- As tarefas de aprendizagem trazem para primeiro plano o estudo das estruturas geométricas bidimensionais e tridimensionais, assumidamente como tal, isto é, as referências a estruturas devem fazer parte dos conceitos a trabalhar.
- A avaliação contempla obrigatoriamente o recurso a ambientes dinâmicos ou a outras ferramentas digitais.

Para além de recordar o encontro sobre Ensino da Geometria no virar do milênio, evoco também o desejo de que “no século XXI a geometria seja uma fonte de situações ricas e luminosas com um potencial excecional em prol de uma melhor apreciação da matemática” (Graf & Hogdson, 1998, p. 156). Ainda vamos a tempo!

Referências bibliográficas

- Graf K. & Hogdson (1998). The computer as a context for new possible geometrical activities. In C. Mammana & V. Villani (Eds), *Perspectives on the teaching of geometry for the 21st century*. (144–158). Kluwer Academic Publishers.
- Loureiro, C. (1999). Computadores no Ensino da Geometria. In E. Veloso, H. Fonseca, J. P. Ponte, & P. Abrantes, 43–50. DEFCL.