



Introdução ao conceito de curvas de nível visando à inclusão do aluno com deficiência visual nas aulas de Geometria

Ana Maria M. R. **Kaleff**
Universidade Federal Fluminense
Brasil

anakaleff@vm.uff.br

Fernanda Malinosky C. da **Rosa**
Doutoranda em Educação Matemática – Unesp/Rio Claro
Brasil

malinosky20@hotmail.com

Resumo

Neste artigo apresentamos uma experiência didática que visa a introduzir o conceito de curva de nível para alunos com deficiência visual, por meio da manipulação e observação de materiais concretos e de desenhos em alto relevo, construídos no Laboratório de Ensino de Geometria da Universidade Federal Fluminense. A experiência, aqui relatada, foi realizada no Colégio Pedro II, no Rio de Janeiro, com duas alunas cegas do segundo ano do Ensino Médio. Foram utilizados modelos de sólidos construídos com diversos recursos concretos e curvas em alto relevo, com vistas a facilitar a sua percepção. Para direcionar o estudo foi utilizada uma sequência de atividades distribuídas em cadernos especialmente escritos em braille. A aplicação dos materiais possibilitou a identificação dos sólidos e de seus conjuntos de curvas de nível, tornando a aprendizagem mais significativa. As alunas aceitaram muito bem os materiais manipulativos e a estratégia de apresentação das atividades.

Palavras chave: curvas de nível, sólidos, experiência didática, educação inclusiva, alunos com deficiência visual.

Introdução

No Brasil, há algumas leis que além de preverem a matrícula compulsória do aluno com deficiência em escolas regulares e a formação de professores aptos a trabalhar com sua inclusão, também recomendam aos sistemas de ensino a adaptação do currículo à admissão de recursos humanos capacitados, bem como de recursos materiais e financeiros que viabilizem e dêem

sustentação ao processo de construção da inclusão na educação (Ministério da Educação, 1996, 2001a e 2001b).

Nessa perspectiva, desde 2008, grande parte das ações realizadas no Laboratório de Ensino de Geometria (LEG), localizado no Instituto de Matemática e Estatística da Universidade Federal Fluminense (UFF)¹, estão voltadas para a preparação profissional do licenciando em Matemática com vistas a instrumentalizá-lo para o ensino de alunos com algum tipo de deficiência.

Durante 2010, em um estudo no âmbito da disciplina Educação Matemática – Geometria, obrigatória aos alunos do curso de licenciatura em Matemática da UFF, as atividades e os artefatos didáticos manipulativos apresentados no experimento didático a seguir, foram inicialmente desenvolvidos. Em 2012, tais recursos didáticos foram adaptados para o ensino do aluno com deficiência visual.

Nos anos que se seguiram, o estudo foi ampliado no âmbito do projeto “Desenvolvimento de Atividades para Ampliação do Acervo Didático do LEG”, vinculado à Pró-Reitoria de Extensão da UFF (PROEX/UFF). Esse projeto, desenvolvido sob a orientação da primeira autora visa, por um lado, à formação, à capacitação para a inclusão escolar de deficientes visuais e à qualificação de licenciandos para tal inclusão e, por outro, à criação de materiais didáticos que auxiliem no processo de ensino-aprendizagem da geometria euclidiana para alunos do Ensino Fundamental e do Médio, além da adaptação destes materiais para o ensino do aluno com deficiência.

O experimento didático, aqui relatado, visa a introduzir o conceito de curva de nível para o aluno com deficiência visual, por meio da manipulação e observação de materiais concretos e de desenhos em alto relevo. Esse experimento faz parte do acervo do Laboratório de Ensino de Geometria (LEG) da UFF.

Cabe mencionar que as atividades didáticas para alunos com deficiência visual criadas no LEG, satisfazem os princípios educacionais apresentados nos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) para o ensino da matemática para as séries do Ensino Fundamental e do Médio, bem como as Adaptações Curriculares propostas pela Secretária de Educação Especial (Ministério da Educação, 1998a, 1998b e 1999). As atividades são estabelecidas segundo o Modelo de van Hiele do desenvolvimento do pensamento geométrico (Van Hiele, 1986). Tais recursos têm como ponto de partida aqueles desenvolvidos para alunos videntes² (Kaleff, 2008). A fundamentação matemática teórica para a Geometria Euclidiana desses recursos encontra-se em textos clássicos (Barbosa, 2004; Mormol & Beato, 1947). Por outro lado, a principal fonte de referência sobre o ensino e a aprendizagem do aluno com deficiência visual é o acervo da Revista Benjamin Constant do Instituto Benjamin Constant (IBC). Outros experimentos educacionais já adaptados a esses alunos, bem como mais informações sobre o LEG e seus projetos podem ser encontradas em vários relatos (Kaleff & Rosa, 2012).

Os recursos manipulativos do experimento didático

Os recursos manipulativos deste experimento didático são compostos por modelos de sólidos confeccionados tanto em papel cartonado do tipo Paraná, quanto em emborrachado do tipo E.V.A. (Espuma Vinílica Acetinada) de espessuras variadas; maquetes de diversos relevos confeccionadas com camadas superpostas do mesmo tipo de emborrachado, mas com espessura

¹ Universidade localizada na cidade de Niterói – Rio de Janeiro, Brasil.

² Alunos com a visão considerada normal.

bem fina. Também fazem parte desses recursos manipulativos conjuntos de desenhos táteis em alto relevo representando as curvas de nível correspondentes (ou não) a cada um dos modelos. Cada conjunto dessas representações táteis de curvas é composto por cartelas planas de papel cartonado, sendo que cada curva é representada por meio de fio de barbante de boa espessura. Na Figura 1, encontra-se uma visão geral do conjunto de todos os materiais empregados na aplicação aqui relatada.

Cumprir lembrar que cada um dos modelos de sólido é acompanhado por um Caderno de Atividades cujo texto é apresentado em fonte ampliada tamanho 18, no mínimo, e destinado ao aluno com baixa visão. Cada página do texto, no seu verso, apresenta uma versão redigida em braille destinada ao estudante cego.



Figura 1. Vista Geral dos Recursos Manipulativos em Exposição do LEG³.

Algumas informações sobre a aplicação e a testagem do experimento didático

O experimento didático aqui tratado foi testado, em 2013, com duas alunas cegas do segundo ano do Ensino Médio, ambas com 16 anos de idade, do Colégio Pedro II, Campus São Cristovão. Cabe ressaltar que, para preservar a identidade das alunas, as mesmas serão identificadas por “aluna M.” e “aluna E.”. A aplicação para a testagem do material teve duas horas de duração.

O registro dos dados correspondentes a essa aplicação foram realizados por meio de fotos por uma professora de Matemática licenciada pela UFF e que, durante a aplicação do experimento, além de gravação em áudio, registrou as principais observações faladas das alunas em bloco de notas. A aplicadora pertence à equipe do LEG, há mais de três anos, como bolsista do projeto com apoio da PROEX/UFF.

Descrição das atividades realizadas

As primeiras atividades constam em manipular e perceber as características das formas dos modelos de sólidos mais simples tais como pirâmides de base quadrada e tronco de pirâmide de base hexagonal, como os apresentados na Figura 2. Com a manipulação desses sólidos, é apresentado ao aluno o conceito informal de curva de nível por meio da manipulação e

³ Cabe ressaltar que todas as fotos apresentadas nesta comunicação pertencem ao acervo do Laboratório de Ensino de Geometria, coordenado pela primeira autora deste artigo.

observação de seqüências de representações em alto relevo dos modelos táteis das curvas feitos com barbante. Após esse momento inicial, o aluno é levado a novos modelos de paralelepípedos e prismas de base triangular, hexagonal e retangular, como os da Figura 3, sobre os quais o aluno deve identificar curvas de nível apresentadas nas cartelas e observar suas características.



Figuras 2 e 3. Materiais para a Primeira Atividade.

Em seqüência, são apresentados diversos modelos de sólidos regulares e irregulares, nos quais o aluno também precisa identificar as respectivas curvas de nível (Figuras 4 e 5).



Figuras 4 e 5. Materiais para a Segunda Atividade.

Finalmente, são apresentadas maquetes de vários relevos e vários desenhos táteis das curvas de nível desses relevos, como mostrados nas Figuras 6 e 7, com os quais o aluno terá de fazer a correspondência inversa àquela que havia realizado até agora, ou seja, fazer corresponder um desenho ao modelo de relevo apresentado em uma maquete.



Figuras 6 e 7. Materiais para a Última Atividade.

A aplicação do experimento

No início da aplicação, ao ser solicitada a leitura do texto apresentado no primeiro Caderno de Atividades, as alunas preferiram que a aplicadora lesse as instruções contidas nele. Elas se justificaram alegando que isso tornaria a tarefa mais dinâmica, pois sabiam que a velocidade de leitura das duas participantes não era a mesma.

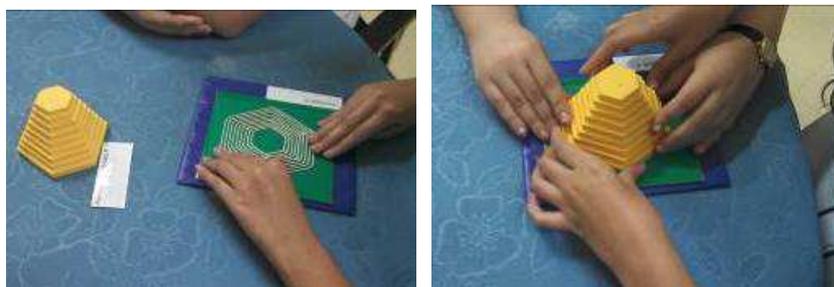
Quando foi apresentado o primeiro modelo de sólido, as duas alunas cegas rapidamente identificaram-no como o de uma pirâmide de base quadrada. Ao mostrar outros modelos de tais pirâmides, porém com alturas diversas, elas observaram e expressaram imediatamente a característica de que toda pirâmide de base quadrada possui uma base na forma de um quadrado, independente da distância em que esta se encontra da ponta. Após essa observação, foi lhes apresentado o modelo de uma pirâmide de base quadrada confeccionada com camadas de emborrachado. Para este modelo, elas disseram que ficava mais fácil identificar a forma geométrica da base do sólido, caso esta tivesse mais próxima da ponta. Na Figura 8, encontra-se o registro de um momento dessa atividade. Em seguida, foi mostrado o modelo de pirâmide trucada de base hexagonal confeccionado com camadas de emborrachado. As alunas não souberam dizer o nome dessa pirâmide, porém identificaram suas camadas como hexágonos regulares e que ela não possuía uma ponta como a pirâmide do modelo anterior. Depois dessa observação, lendo as instruções das atividades foi dito, pela aplicadora, que este modelo de sólido representa um tronco de pirâmide de base hexagonal.



Figura 8. Manipulação dos Primeiros Materiais.

A seguir, as duas alunas receberam uma cartela com o desenho em alto relevo com vários hexágonos concêntricos, como pode ser visto nas Figuras 9 e 10. Sem que fosse questionada, a aluna M disse que se “achatasse” o sólido, este ficaria como o desenho, e colocou a base do

sólido sobre o mesmo. Com isso, foi dito pela aplicadora que este desenho ‘achatado’ representava as curvas de nível do tronco de pirâmide de base hexagonal. Depois, a aluna M. colocou o tronco de pirâmide de “cabeça para baixo”, ou seja, como ela se referiu ao manipular o modelo, depois de ter percebido que o hexágono superior à base era menor e do mesmo tamanho daquele central representado no desenho.



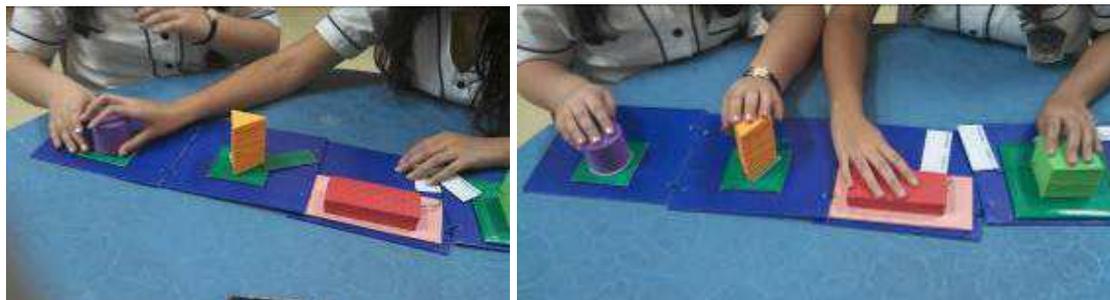
Figuras 9 e 10. Explorando as Primeiras Curvas de Nível.

Cabe assinalar que foi a partir dessas estratégias e tentativas de colocar o modelo “de cabeça para baixo” sobre o desenho da cartela que a aluna M. interagiu com a colega E., a qual disse: “que legal, você colocou a face menor no desenho do meio”. Nesse momento, ficou muito claro que as alunas perceberam, antes de serem questionadas, que não importa como a pirâmide ou o tronco de pirâmide estejam posicionados, pois suas curvas de nível terão a mesma forma e serão as mesmas. A sequência de fotos a seguir registra essa interação entre as participantes do experimento.



Figuras 11, 12 e 13. Ainda Explorando as Primeiras Curvas de Nível.

Na atividade seguinte, foram colocados para a manipulação os modelos de três sólidos diferentes. Estes foram identificados sem dificuldades como dois paralelepípedos e um prisma, sendo que as duas alunas imediatamente disseram que as curvas de nível teriam apenas um desenho. Ou seja, por exemplo, o prisma de base triangular, teria sua curva de nível na forma de apenas um triângulo. Quando questionadas as causas dessa característica, as alunas disseram que os sólidos eram retos, ou seja, as arestas laterais eram perpendiculares às suas bases. Essa interação está apresentada nas Figuras 14 e 15.



Figuras 14 e 15. Explorando Modelos de Prismas Retos e suas Curvas.

A seguir, as alunas foram questionadas se haveria, entre os modelos apresentados sobre a mesa, outro exemplo de sólido com a mesma característica dos anteriores. Então, a aluna M. respondeu corretamente que seria o cilindro, cuja curva de nível era uma circunferência. Em sequência, lhes foram mostrados dois modelos de sólidos curvos, um confeccionado em papel cartão e outro em emborrachado e as alunas rapidamente identificaram como um cone.



Figuras 16 e 17. Explorando Modelos de Cones.

Novamente, sem serem questionadas, disseram que as curvas de nível seriam circunferências concêntricas. Então, lhes foi apresentada uma cartela contendo o desenho de várias curvas de nível, como na sequência de fotos a seguir. Após algumas observações corretas sobre as formas a dos desenhos, a aluna E. disse: “esse desenho parece um átomo” e a aluna M. depois da sua observação sobre o mesmo desenho disse: “são os subníveis das camadas eletrônicas estudados em Química, olha aqui E., esse círculo menor é o núcleo!”



Figuras 18, 19 e 20. Explorando Modelos de Cones e suas Curvas de Nível.

Na atividade seguinte, o modelo de sólido apresentado para manipulação possui algumas características diferentes daqueles observados anteriormente. Ambas as alunas perceberam que agora o modelo era formado por dois sólidos sobrepostos, cujas faces não estavam colocadas em justaposição, ou seja, não se superpõem ponto a ponto. A aluna M. ao manipular esse modelo

disse: “parece uma flor, não uma flor comum, mas um girassol, que possui as pétalas pontiagudas”. Ela confirmou sua observação, manipulando e tateando o conjunto de curvas de nível, percebendo o desenho em alto relevo com a representação das respectivas curvas. Como nas Figuras 21 e 22.



Figuras 21 e 22. Explorando Dois Sólidos Sobrepostos.

Após essas ações, a aluna M. colocou o modelo sobre o conjunto das curvas de nível e pediu para E. tatear dizendo: “percebe como esse sólido está desenhado no papel?” A aluna E. respondeu: “sim, tem esse recuo, que é quando a parte de cima acaba e começa a parte de baixo!”. Então, retirou o modelo do sólido de cima do conjunto de curvas de nível e disse: “Nossa M., você é muito esperta, percebeu logo que parece uma flor!”. Essa sequência de ações pode ser observada a seguir.



Figuras 23, 24 e 25. Explorando Dois Sólidos Sobrepostos e suas Curvas de Nível.

Nas atividades seguintes, as alunas teriam que relacionar cada um dos conjuntos de curvas de nível com o seu respectivo modelo de sólido. Inicialmente, tiveram um pouco de dificuldade com o modelo do tronco de pirâmide reta. Assim a aplicadora precisou lhes lembrar uma atividade anterior, na qual havia um modelo do paralelepípedo, afim de que as alunas percebessem que uma das faces do tronco de pirâmide era perpendicular à base. Com isso, as duas alunas disseram que quando esse modelo de sólido fosse “achatado”, essa face ficaria representada apenas por um segmento de reta. Por fim, elas conseguiram relacionar todos os desenhos em alto relevo das curvas de nível com os modelos dos sólidos, como mostrado na sequência a seguir.



Figuras 26, 27, 28 e 29. Explorando Tronco de Pirâmides e suas Curvas de Nível.

Finalmente, foram mostradas maquetes de relevos com formas diversas e as alunas tiveram que dizer como seria o conjunto de curvas de nível correspondente a esses relevos. Sem dificuldades fizeram as correspondências entre os desenhos em alto relevo das curvas com os dos modelos dos relevos, aparentando terem compreendido o objetivo da atividade.



Figuras 30 e 31. Explorando Relevos e suas Curvas de Nível.

Inclusive a aluna M. percebeu que um dos relevos apresentava no desenho das curvas apenas uma linha, o que significa que uma parte de uma camada coincidia com a de outra. A cumplicidade entre essas duas adolescentes ficou bem percebida ao realizarem essa tarefa e pode ser acompanhada, pela sequência de fotos apresentada a seguir, pois M. disse para E.: “me dê seu dedo para eu te mostrar uma coisa E.! Percebe que só existe uma linha e duas camadas de emborrachado?” Então E., aparentando entusiasmo, disse: “Nossa é mesmo! Muito legal! Dá pra perceber direitinho!”. M. comentou ainda que: “fica fácil saber se o relevo é mais baixo ou mais alto de acordo com a quantidade de linhas que tem no desenho”.



Figuras 32 e 33. Ainda a Exploração de Relevos.

Quase no final da aplicação do experimento, uma observação importante foi feita por uma das alunas, quando questionadas se elas conseguiriam identificar o relevo se apenas tivessem manipulado e tateado o conjunto de curvas de nível. A aluna M. respondeu: “Ficou mais fácil porque você apresentou devagarzinho os sólidos e depois as curvas deles”.



Figuras 34 e 35. Mais Exploração de Relevos.

A aluna M, sempre muito falante, como pode ter sido percebido pelo relato aqui apresentado, quase ao final de sua participação, fez o seguinte comentário: “se a professora de Geografia tivesse utilizado essas curvas nas aulas, eu teria compreendido melhor”.

Considerações Finais

A principal constatação advinda dessa aplicação do experimento com as duas alunas cegas foi a aceitação tanto dos materiais manipulativos quanto da estratégia empregada nas ações, pois essa foi além das expectativas da equipe envolvida. As duas adolescentes não fizeram nenhuma observação negativa, nem sugestões de mudança tanto sobre os materiais empregados nos modelos de sólidos, quanto sobre a apresentação das cartelas com as curvas em alto relevo, bem como sobre o decorrer das atividades. Isso tudo ficou constatado nas observações finais das duas estudantes, pois M expressou que [...] “Achei muito legal, achei que isso vai ajudar muito. Eu, por exemplo, tive no ano passado curva de nível e não tive esses materiais com essa noção de como faria, como transformaria um morro em curvas de nível correspondentes. Foi legal que você foi dificultando, a gente foi trabalhando”. A aluna E. acrescentou: “Foi legal, eu entendi. Vai ajudar bastante na parte de cartografia. Eu nunca tive ideia de curva de nível, acho que vai ajudar também nas provas do vestibular.”

Apesar de não recebermos nenhum comentário negativo por parte das alunas entrevistadas, durante a aplicação foi percebido que as cartelas, que representam as curvas em alto relevo e confeccionadas por meio de fio de barbante, deveriam ser confeccionadas com outro material,

pois com o frequente manusear do fio, ele se desprendia da base saindo da posição inicial. Para solucionar este problema, foram confeccionados conjuntos de mesmo tipo das cartelas, porém recobertos com papel vegetal de alta gramatura (180g) e as curvas foram representadas em alto relevo com o auxílio de uma ferramenta usada por artesãos e conhecida como boleador. Cada novo conjunto de cartelas, como pode ser visto na Figura 36, foi preso entre si na sequência em que essas devem ser utilizadas na atividade, o que facilita a organização do espaço sobre a mesa, na qual, o aluno com deficiência vai trabalhar.



Figura 36. Materiais, Cartelas com Curvas de Barbante e Conjuntos de Cartelas com Papel-vegetal.

Referencias

- Barbosa, J. L. (2004). *Geometria Euclidiana Plana*. Rio de Janeiro: Sociedade Brasileira de Matemática.
- Kaleff, A. M. (2003). *Vendo e entendendo poliedros*. Niterói, RJ: EdUFF.
- Kaleff, A. M. (2008). *Tópicos em ensino de Geometria - A sala de aula frente ao laboratório de ensino e à história da Geometria*. Niterói, RJ: CEDERJ/UAB.
- Kaleff, A. M., & Rosa, F. M. (2012). Buscando a Educação Inclusiva em Geometria. *Revista Benjamin Constant*, 51, 22-33.
- Ministerio da Educação (1996). *Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional*. Brasília: MEC/SEF.
- Ministerio da Educação (1998a). *Parâmetros Curriculares Nacionais: Terceiro e Quarto Ciclos do Ensino Fundamental: Matemática (5ª a 8ª séries)*. Brasília: MEC/SEF.
- Ministerio da Educação (1998b). *Parâmetros Curriculares Nacionais - Adaptações Curriculares*. Brasília: MEC/SEF.
- Ministerio da Educação (1999). *Parâmetros Curriculares Nacionais- Ensino Médio*. Brasília: MEC/SEF.
- Ministerio da Educação (2001a). Resolução nº 2/2001. Brasília: MEC/SEF.
- Ministerio da Educação (2001b). Parecer nº 17/2001. Brasília: MEC/SEF.
- Mormol, S. S., & Beato, M. P. (1947). *Geometria: Metrica, Proyetiva y Sistemas de Representacion*. Madrid: SAETA.

Van Hiele, P. (1986). *Structure and Insight: a theory of Mathematics Education*. Orlando: Academic Press.