



## **Aprendizagem significativa da geometria espacial: intervenção didática com alunos do curso de Pedagogia**

Odaléa Aparecida **Viana**

Curso de Matemática, Facip, Universidade Federal de Uberlândia

Brasil

[odalea@pontal.ufu.br](mailto:odalea@pontal.ufu.br)

### **Resumo**

Este trabalho teve por base a aprendizagem significativa de David Ausubel e como objetivos avaliar o conhecimento de alunos do curso de Pedagogia acerca dos principais conceitos relativos à geometria espacial elementar; identificar a estrutura conceitual relativa ao tema e organizar o material de aprendizagem; identificar aspectos conceituais dos sujeitos e pesquisar características do material que, ao ser aplicado, proporcionariam os fatores essenciais para a ocorrência da aprendizagem significativa. Foi aplicada uma prova solicitando a nomeação das principais figuras geométricas espaciais e elaborado um mapa conceitual que favoreceu a confecção de material potencialmente significativo. A intervenção didática deu-se por meio de quatro sessões semanais. Foi encontrado que os sujeitos não tinham formado os conceitos mais elementares de geometria espacial e que o material produzido para a intervenção pareceu ativar os conceitos subsunçores de modo a favorecer a diferenciação progressiva e a reconciliação integrativa, importantes processos cognitivos para a aprendizagem significativa.

*Palavras chave:* aprendizagem significativa, ensino de geometria, psicologia da educação matemática, conceitos geométricos.

### **Introdução**

Entre as várias linhas de pesquisa em Educação Matemática, destaca-se a Psicologia da Educação Matemática, área que integra o conhecimento acerca da estrutura da matemática e o conhecimento de como os indivíduos pensam, raciocinam e utilizam suas capacidades intelectuais.

Um dos temas estudados por essa linha é a formação conceitual. Entre várias teorias que tentam explicar a formação de conceitos, destaca-se a teoria da aprendizagem significativa de

David Ausubel. De acordo com Ausubel (2000), aprendizagem significativa é o processo que permite que uma nova informação recebida pelo sujeito se relacione com um aspecto relevante da sua estrutura cognitiva.

Nesse trabalho<sup>1</sup>, pretendeu-se estudar o processo de aprendizagem significativa de conceitos básicos relativos à geometria espacial, tendo como sujeitos estudantes do curso de Pedagogia. A experiência tem mostrado que, muitas vezes, alunos de cursos de formação de professores têm pouco conhecimento sobre geometria espacial, embora se saiba que as figuras tridimensionais mais simples devam ser ensinadas desde as séries iniciais do ensino fundamental, de acordo com os Parâmetros Curriculares Nacionais (Brasil, 1997).

Considerou-se importante identificar, junto aos futuros professores, os conhecimentos prévios que são ativados em atividades planejadas para aprendizagem da geometria e as formas de relação dos conhecimentos novos com os antigos. Optou-se por uma intervenção didática que permitisse ao pesquisador analisar aspectos da aprendizagem significativa, por meio dos relatos verbais dos sujeitos e de suas ações com o material manipulável especialmente organizado e confeccionado para a pesquisa. Considerou-se também que as reflexões dos sujeitos sobre o próprio processo de aprendizagem pudessem contribuir para sua formação acadêmica e profissional.

### **A aprendizagem significativa de conceitos**

Coll (1998) define o conteúdo escolar como sendo o conjunto de conhecimentos ou formas culturais cuja assimilação e apropriação são consideradas essenciais para o desenvolvimento e socialização do aluno. Baseado em estudos anteriores da psicologia educacional, o autor separou os seguintes componentes do conhecimento: os fatos e conceitos (importantes no conhecimento científico de qualquer área e, evidentemente, no conhecimento geométrico), os procedimentos (que se referem a uma atuação ordenada e orientada para a execução de uma tarefa, como por exemplo, as estratégias ou habilidades utilizadas para resolver problemas e para construir figuras) e as atitudes, normas e valores (que têm componentes cognitivo, afetivo e de comportamento).

Para Ausubel, Novak e Hanesian (1980), os conceitos são objetos, eventos, situações ou propriedades que possuem atributos comuns de critérios comuns e que são representados por meio de algum símbolo ou signo.

Quanto à aprendizagem de conceitos, os autores analisam a situação escolar a partir de duas dimensões: uma referente ao tipo de aprendizagem realizada pelo aluno e a outra referente à estratégia de instrução planejada para estimular essa aprendizagem. Uma aprendizagem significativa de conceitos seria o processo que permitiria que uma nova informação recebida pelo sujeito se relacionasse com um aspecto relevante da sua estrutura cognitiva. A nova informação pode, neste processo, interagir com uma estrutura de conhecimento específica, onde existem os chamados conceitos subsunçores. Se existir pouca associação com conceitos relevantes, então a aprendizagem pode ser chamada de mecânica, sendo, portanto, aquela em que os conteúdos estão relacionados entre si de uma maneira arbitrária, carecendo de qualquer significado para a pessoa que está aprendendo.

---

<sup>1</sup> Este trabalho é parte de uma pesquisa financiada pela Fapemig – Fundação de Apoio à Pesquisa do Estado de Minas Gerais- Edital Universal.

Novak e Gowin (1984) citados por Moreira e Masini (2001) e Pozo (1998) indicam diferenças fundamentais entre a aprendizagem significativa e a mnemônica. No primeiro caso, há uma incorporação substantiva, não-arbitrária e não-verbal, de novos conhecimentos à estrutura cognitiva, sendo que o sujeito demanda um esforço deliberado para relacionar os novos conhecimentos aos antigos. Além disso, a aprendizagem está relacionada com experiências, fatos ou objetos e com envolvimento afetivo e motivacional. Na aprendizagem mnemônica, nenhuma dessas características é atendida.

Convém realçar que esses dois tipos de aprendizagem fazem parte de um contínuo e não são uma simples dicotomia. Assim, não são excludentes e, em certos, casos, podem coexistir.

Quanto ao ensino, Ausubel considera que as estratégias de instrução planejadas para estimular a aprendizagem também constituem um contínuo que vai da aprendizagem por recepção até a aprendizagem por descobrimento autônomo.

Assim, ao se admitir a distinção entre ensino e aprendizagem, supõe-se também que determinadas formas de ensino não levem forçosamente a um determinado tipo de aprendizagem. Por exemplo, uma aprendizagem por recepção – onde haja esclarecimento das relações entre os conceitos – pode se tornar significativa para o aluno.

No caso da geometria, pode-se supor que as atividades com materiais manipuláveis podem não produzir uma aprendizagem significativa do conceito de poliedro, ao passo que isto pode ser conseguido por meio de uma aula expositiva que permita uma aprendizagem por recepção.

Portanto, são duas as condições fundamentais para que ocorra a aprendizagem significativa: uma é relativa ao material a ser aprendido e a outra diz respeito ao sujeito. O material não pode ser arbitrário, mas deve ter significado para o aprendiz e estar organizado de maneira lógica.

Quanto às características do sujeito que aprende, uma das condições é a predisposição para a aprendizagem significativa e isso demanda um esforço. Alguns dos motivos pelos quais o aluno não empreenderia esforço para a aprendizagem significativa seriam: experiência de situações nas quais suas idéias não foram reconhecidas pelo professor, falta de confiança em suas capacidades etc.

De acordo com Ausubel, Novak e Hanesian (1980), no processo de aprendizagem significativa de conceitos, estão relacionadas a aprendizagem de representações e a de proposições. Na aprendizagem de representações há aquisição de vocabulário que pode ser prévia (as palavras representam fatos ou objetos reais e não categorias) ou posterior à formação dos conceitos. Além da aquisição de vocabulário há o processo de aquisição a partir de conceitos preexistentes na estrutura cognitiva. Para isso, é necessária a aprendizagem de proposições, que consiste em adquirir o significado de novas idéias que se expressam em uma frase ou oração que contenha dois ou mais conceitos. Um exemplo de proposição em geometria é que todos os prismas e pirâmides também são poliedros.

Admitindo que a maior parte dos conhecimentos é adquirida por diferenciação progressiva dos conceitos ou estruturas já existentes, Ausubel (2000) define três formas de assimilação: aprendizagem subordinada, aprendizagem superordenada e aprendizagem combinatória.

Na aprendizagem subordinada, a nova idéia que está sendo aprendida encontra-se hierarquicamente subordinada a uma idéia preexistente na estrutura cognitiva. Ela pode ser

incluída por meio da chamada inclusão derivativa, em que a nova informação  $a$  é vinculada à idéia estabelecida  $A$  e representa um exemplo específico ou ilustrativo. Não se mudam os atributos do critério do conceito  $A$ , mas se reconhecem novos exemplos como sendo relevantes. Já na inclusão correlativa, a nova informação  $x$  é vinculada à idéia  $X$ , porém é uma modificação, elaboração, qualificação ou limitação de  $X$ .

Na aprendizagem superordenada, existem idéias que já estão estabelecidas  $a_1, a_2, a_3$  e que passam a ser reconhecidas como exemplos mais específicos da idéia nova mais geral  $A$ . Esta idéia supraordenada  $A$  é definida por um novo conjunto de atributos de critério que abrangem as idéias subordinadas estabelecidas.

Finalmente, na aprendizagem combinatória, a idéia nova  $A$  relaciona-se com as idéias já existentes  $B, C$  e  $D$ , porém não é mais inclusiva nem mais específica que  $B, C$  e  $D$ , ou seja, não existe uma relação hierárquica entre elas. Neste caso, considera-se que a idéia nova  $A$  possui alguns atributos de critério em comum com as idéias preexistentes. É possível que a nova incorporação de novos conceitos no mesmo nível hierárquico possa culminar na necessidade de diferenciá-los ou integrá-los dentro de um novo conceito mais geral.

O professor pode ajudar a ativar os conhecimentos prévios dos alunos, de modo a favorecer a aprendizagem significativa de conceitos. Para isso, precisa conhecer suas idéias anteriores que se relacionem ao novo material a fim de proporcionar oportunidades para que os aprendizes reflitam sobre elas (justificando, organizando, comparando) e assim desenvolvam novas concepções – mais próximas daquelas cientificamente aceitas.

Outra preocupação do professor deve ser a organização do material a ser aprendido de modo a torná-lo significativo. De acordo com Moreira e Masini (2001), o problema da aprendizagem em sala de aula consiste na utilização de recursos que favoreçam ao aluno a aquisição da estrutura conceitual do conteúdo e a integração desse corpo organizado de conhecimentos à sua estrutura cognitiva.

Assim, para organizar o material de aprendizagem, é necessário identificar a estrutura conceitual do conteúdo e uma das maneiras de fazê-lo é elaborar um mapa conceitual para servir de apoio ao professor. Conforme Moreira e Masini (2001), os mapas conceituais são diagramas indicando relações entre conceitos e que podem seguir um modelo hierárquico no qual conceitos mais inclusivos estão no topo da hierarquia (parte superior do mapa) e conceitos específicos, pouco abrangentes, estão na base (parte inferior).

Na programação e organização seqüencial do conteúdo, o professor deve ter como base alguns princípios propostos por Ausubel (2000). No curso da aprendizagem significativa, ocorrem dois processos cognitivos simultâneos e independentes: a diferenciação progressiva e a reconciliação integrativa. O primeiro processo, mais relacionado à aprendizagem subordinada, acontece de forma progressiva, em que o sujeito consegue diferenciar os significados das idéias. Na reconciliação integrativa, mais associada à aprendizagem superordenada, o sujeito busca integrar os significados, delineando as diferenças e as similaridades entre idéias relacionadas. De acordo com a teoria ausubeliana, toda aprendizagem que resultar em reconciliação integrativa resultará também em diferenciação progressiva adicional de conceitos e proposições.

Para a realização desta pesquisa, as sessões que fizeram parte da intervenção didática foram formadas por atividades que solicitavam manipulação e classificação de materiais concretos. Essas atividades foram organizadas de maneira lógica a fim de que fossem ativados os

conhecimentos prévios dos alunos e favorecidos os processos de diferenciação progressiva e de reconciliação integrativa.

### **Objetivos, sujeitos e procedimentos**

O trabalho teve como objetivos:

- 1) Avaliar o conhecimento de alunos do curso de Pedagogia acerca dos principais conceitos relativos à geometria espacial elementar;
- 2) Identificar a estrutura conceitual relativa ao tema e organizar o material de aprendizagem;
- 3) Identificar aspectos conceituais dos sujeitos e pesquisar características do material que, ao ser aplicado, proporcionariam os fatores essenciais para a ocorrência da aprendizagem significativa.

A pesquisa foi constituída de três fases. Na primeira fase da pesquisa, avaliou-se o conhecimento acerca dos principais conceitos de geometria espacial. Para isso, organizou-se uma prova com desenhos de figuras espaciais mais comuns e em que se solicitavam os nomes e as propriedades das mesmas. A prova foi aplicada em um grupo de seis alunas do Curso de Pedagogia da Universidade Federal de Uberlândia, campus Ituiutaba. As alunas pertenciam ao oitavo período do curso e, como tinham interesse pelo tema geometria, colaboraram de forma voluntária para a realização da pesquisa.

Na segunda parte da pesquisa, identificou-se a estrutura conceitual relativa à geometria espacial elementar, tendo sido elaborado um mapa conceitual para o tema. Foi então construído o material para ser utilizado na seqüência didática.

A terceira parte da pesquisa constou da aplicação de uma seqüência didática formada por quatro sessões de duas horas cada, em que foram aplicadas atividades exploratórias e de classificação do material elaborado para esse fim.

As sessões aconteceram em sábados alternados durante dois meses, e estas foram conduzidas pela pesquisadora e filmadas, fotografadas e transcritas com auxílio de dois alunos bolsistas do projeto.

### **Resultados**

#### **1ª parte: Conhecimento dos sujeitos acerca de geometria espacial elementar**

A prova foi aplicada em seis estudantes nomeados como Ald, Bil, Cel, Dil, Eil e Fel, conforme consta no Quadro 1.

Verificando o Quadro 1, observa-se que os sujeitos nomearam corretamente o cone (e) e o cilindro representado no desenho (a), assim como aconteceu com a nomeação correta da forma que possui a lata de óleo (p). No entanto, a moeda não foi reconhecida como cilindro, sendo nomeada como círculo por quase todos os sujeitos.

É interessante observar os nomes relativos a figuras planas que foram atribuídos aos desenhos de sólidos: a bola (n) foi nomeada como círculo; o paralelepípedo (c) e a caixa de sapato (o) receberam o nome de retângulo e o cubo (d) recebeu o nome de quadrado. O mesmo

cubo (h), ao ser apresentado em uma posição diferente da convencional, recebeu outros nomes relativos à geometria plana, como trapézio e hexágono.

Pode-se notar também que os sujeitos não souberam descrever propriedades das figuras espaciais de modo a indicar alguns atributos definidores do conceito. Alguns sujeitos, ao tentar apontar alguma característica dessas figuras, fizeram referência a termos não geométricos como “redondo”, “achatado” e “grande”. Alguns sujeitos tentaram contar os “lados”, talvez fazendo referência aos polígonos que formam as faces dos poliedros.

Quadro 1. Nomeação das figuras feita pelos sujeitos

Figura		Sujeito Ald	Sujeito Bil	Sujeito Cel	Sujeito Dil	Sujeito Eil	Sujeito Fel
a) 	Nome	Cilindro	Cilindro	Cilindro	Cilindro	Cilindro	Cilindro
	Propriedades	-	Comprido e redondo	Redondo	Longo e redondo	Redondo nas laterais e achatado nos pólos	-
b) 	Nome	Triângulo	Pirâmide	“não sei”	Pirâmide	Pirâmide	Pirâmide
	Propriedades	-	Base quadrada, 4 lados iguais	Grande triangular 3 lados	Pontas, 5 partes	-	-
c) 	Nome	-	-	Retângulo	-	Retângulo	-
	Propriedades	-	-	Grande retangular 4 lados	-	-	-
d) 	Nome	Quadrado	-	Quadrado	Quadrado	Quadrado	Dado
	Propriedades	-	-	Pequeno, quadrado, 4 lados iguais	-	-	-
e) 	Nome	Cone	Cone	Cone	Cone	Cone	Cone
	Propriedades	-	-	Grande, redondo na ponta e fino no final	Pontiagudo e oval	-	-
f) 	Nome	hexágono	-	“Não sei”	-	Octógono	Octógono
	Propriedades	-	--	6 lados	-	8 lados	-
g) 	Nome	Retângulo	-	Retângulo	Retângulo	-	-
	Propriedades	-	-	Grande, retângulo, 4 lados	6 partes	-	-
h) 	Nome	Losango	Quadrado	“não sei”	Trapézio retângulo	Hexágono	Hexágono
	Propriedades	-	4 lados iguais	4 lados iguais	-	6 lados	-
i) 	Nome	Triângulo	-	“não sei”	Trapézio retângulo	Triângulo	Triângulo
	Propriedades	-	-	Grande triangular	-	-	-
j) 	Nome	Pentágono	-	“não sei”	Trapézio	Trapézio	Trapézio
	Propriedades	-	-	Pequeno	-	-	-
l) 	Nome	Pirâmide	-	“não sei”	Triângulo isósceles	-	-
	Propriedades	-	-	Grande triangular	-	-	-
m) Moeda	Nome	Redonda	Círculo	Círculo	Círculo	Círculo	Círculo
	Propriedades	-	-	-	-	-	-
n) Bola	Nome	Esfera	Círculo	Círculo	Redonda	Círculo	Círculo
	Propriedades	-	Redondo	Redondo	Lisa	-	-
o) Caixa de sapato	Nome	Retangular	Retangular	Retângulo	Quadrado	Retângulo	Retângulo
	Propriedades	-	-	Retangular 4 lados	Liso	-	-
p) Lata de óleo	Nome	Cilindro	Cilindro	Cilindro	Cilindro	Cilindro	Cilindro
	Propriedades	-	Comprido e redondo	Redondo em cima e em baixo	Longo, redondo	-	-

## **2ª Parte: Estrutura conceitual relativa à geometria espacial elementar e a organização do material de aprendizagem.**

A análise dos resultados da primeira fase do estudo indicou que os sujeitos não conseguiam nomear as principais figuras geométricas espaciais e que não identificavam o conceito quando eram apresentados nomes de objetos com formas geométricas simples. Além disso, os sujeitos não descreviam propriedades das figuras e, em muitas vezes, atribuíam nomes de figuras planas às figuras espaciais em questão.

Procurou-se, então, organizar uma estrutura conceitual com os nomes e propriedades das figuras geométricas espaciais elementares, de maneira que os conceitos mais gerais estivessem no topo dessa organização hierárquica. Além disso, foram identificados os conceitos de geometria plana que se relacionavam com a geometria espacial.

Dessa forma, foi elaborado um mapa conceitual (Anexo 1) para a geometria espacial no qual foram mostrados os critérios de classificação de figuras, a descrição de algumas propriedades que indicavam atributos definidores do conceito e, em quase todas as situações, foram indicadas ao menos duas categorias, sendo uma delas a negativa do conceito. No mapa consta uma legenda com os significados dos símbolos utilizados para representar as relações entre os conceitos tendo em vista uma aprendizagem significativa da geometria (subordinada, superordenada e combinatória).

A partir da determinação da estrutura conceitual da geometria elementar a ser trabalhada na seqüência didática, foram construídos os materiais físicos para serem utilizados nas sessões: (1) cinquenta sólidos geométricos feitos de cartolina e (2) folhas de sulfite com desenhos de figuras planas (Figura 1). Além disso, providenciou-se sucata para a primeira atividade.

## **3ª parte: Seqüência didática**

A seqüência didática consistiu em atividades de classificação dos materiais, de modo a favorecer aos sujeitos a diferenciação progressiva do material apresentado. Em muitas vezes, o critério de classificação era determinado pelos próprios sujeitos, o que permitia à pesquisadora identificar os conceitos subsunçores relevantes à aprendizagem da geometria espacial, de modo a direcionar as ações durante a atividade. Em outras vezes, o critério era dado pela pesquisadora e, após os sujeitos atenderem à solicitação e formarem as coleções de objetos, a nomeação do conceito era feita. A seguir, são descritas as atividades e são discutidos alguns fatos ocorridos durante as sessões, ao mesmo tempo em que são apresentadas algumas características do material que, ao ser aplicado, puderam evidenciar fatores essenciais para a ocorrência da aprendizagem significativa.

**Atividade de classificação de sucatas.** O objetivo dessa atividade foi utilizar a operação de classificação a partir do conhecimento físico: cor, material, peso, brilho, forma etc.

Com essa atividade preliminar, os sujeitos tiveram maior liberdade para manipular os materiais e inferir seus próprios critérios para a formação de coleções de objetos, conforme pode ser exemplificado no diálogo a seguir:

Pesquisadora: *Ald, conta pra gente, como você fez. Como você pensou? Esses aqui (aponta para um grupo onde estão canetas, parafuso, palito), estão juntos por quê?*

Ald: *O formato deles é semelhante. Eles são compridinhos. Esses outros aqui são redondos (aponta para o grupo onde estão a tampinha, a esfera de*

metal,etc). *Esse aqui é retangular* (segura a caixa de creme dental), *esses daqui são mais quadradinhos* (caixa de bala) *e esse aqui é diferente de todos* (a bijuteria).

Nota-se que, entre os “compridinhos”, ficaram objetos com formas que lembravam um cilindro e entre os “redondos”, ficaram formas que lembram a esfera (bolinha de metal), o cilindro (tampinhas), o tronco de cone (copinho de plástico), outros que não teriam forma geométrica definida (medalha, tampinha de frasco de remédio) e ainda objetos com combinação de várias formas (porca, parafuso).

Pesquisadora: *Então, Ald, aqui você colocou este* (caixa de creme dental) *porque você disse que era retangular. E esses aqui* (a caixa de balas e o envelope de papel), *você não colocou junto porque não é retangular, é isso?*

Ald: *É, esses aqui* (colocando as mãos na caixinha de balas e no envelope de papel) *são mais quadradinhos, então não pus junto.*

Nota-se que a palavra retangular foi usada apenas na situação da caixa de creme dental, não sendo atribuída aos outros dois objetos.. Foi possível verificar que o sujeito não fazia diferenciação entre figuras planas e espaciais e não reconhecia todas as formas retangulares.

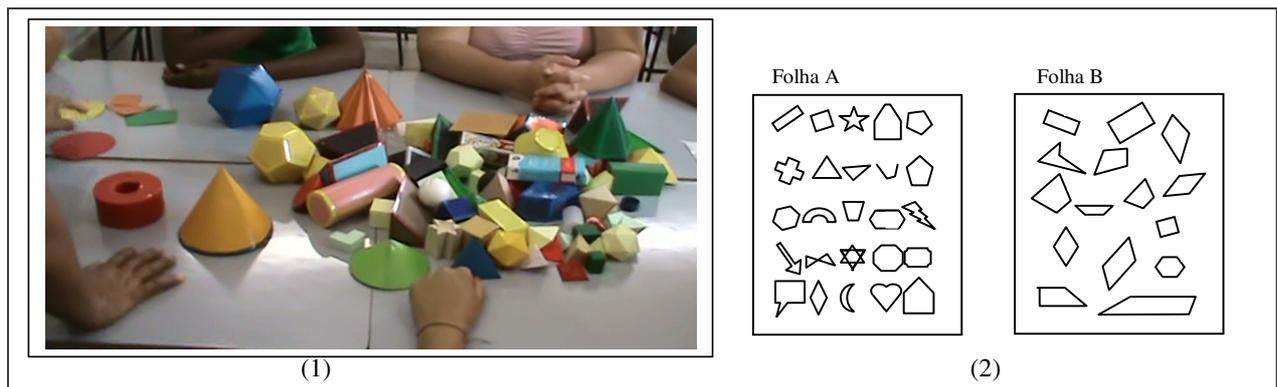


Figura 1. Material confeccionado e utilizado na investigação: (1) sólidos geométricos e (2) figuras geométricas planas à direita, sendo Folha A (polígonos) e Folha B (quadriláteros)

**Atividade de classificação de figuras geométricas (formas definidas).** Essas atividades tinham como objetivo conceituar figuras planas e espaciais, conforme exemplificado a seguir:

Eil: *Aquelas lá*, (apontando para os desenhos de figuras planas) *tem uma espessura padrão e essas* (apontando para as tridimensionais) *não tem. A figura* (caixa de creme dental) *em pé não está toda com contato com a mesa, se você deitar, ela ficará com mais contato, já as planas estão inteiramente em contato com a mesa. Essa outra aqui* (segurando a pirâmide) *só essa parte aqui* (deslizando o dedo pela base) *tem contato com a superfície, as outras não.*

Pesquisadora: *Então, essa aqui* (caixa de creme dental), *deve ficar junto com as planas ou não?*

Eil: *Não, porque ela parece com essa daqui (apontando para um retângulo) mas é diferente. Ela tem espessura. Mas, se abrir ela todinha, ela pode ficar junto com as planas.*

Eil fazia referência à planificação do paralelepípedo. Esse comentário direcionou as atividades seguintes que consistiam em apoiar os poliedros na mesa e deslizar o lápis em torno de suas faces. Os desenhos dessas faces receberam o nome de polígonos, permitindo assim, que os sujeitos diferenciasssem figuras planas de figuras espaciais.

**Atividades de classificação de figuras geométricas espaciais.** O objetivo dessas atividades foi formar o conceito de poliedros e de corpos redondos, como esfera, cone, cilindro e esfera.

No material havia poliedros não-convexos e estes não foram, em um primeiro momento, classificados como poliedros pelos sujeitos, já que havia a ideia anterior de decalcar as faces apoiando os sólidos na mesa. A Figura 2 mostra exemplos de poliedros não-convexos e também de não-poliedros que ajudaram no processo de diferenciação progressiva para a aprendizagem significativa do conceito de poliedro.



Figura 2. Poliedros não-convexos à esquerda e ao centro e exemplos de não-poliedro à direita.

**Atividades de classificação dos poliedros.** Pretendeu-se conceituar elementos dos poliedros: faces, vértices e arestas e também classificar poliedros pelo número de faces.

**Atividade de classificação para polígonos e não polígonos.** Teve-se como objetivo conceituar polígonos e seus elementos.

**Atividade de classificação dos polígonos.** O objetivo era conceituar polígonos regulares e não-regulares e também nomeá-los de acordo com o número de lados.

**Atividade de classificação dos poliedros pela igualdade das faces.** O objetivo era conceituar poliedros regulares e não regulares.

**Atividade de classificação dos poliedros pela situação dos vértices.** Essa atividade tinha como objetivo conceituar pirâmides.

**Atividade de classificação dos quadriláteros.** O objetivo dessa atividade era conceituar paralelogramos, classificando os quadriláteros pela congruência de lados, por ângulos retos e não-retos, pelo paralelismo dos lados..

**Atividade de classificação dos poliedros pelo paralelismo das faces.** O objetivo era conceituar prismas e, entre eles, os paralelepípedos.

Convém acrescentar que, entre os prismas e as pirâmides, havia aqueles cujas bases eram polígonos pouco usuais no ensino da geometria. Assim, o material era formado por prismas e pirâmides retos e oblíquos, convexos e não-convexos, regulares e não-regulares, apesar de nem todas essas categorias estarem explicitadas no mapa conceitual.

### **Discussão dos resultados**

Tomando por base os resultados da prova aplicada aos sujeitos da pesquisa, foi possível verificar que os sujeitos não tinham formado os conceitos elementares relativos à geometria espacial e que confundiam os nomes da geometria plana com a espacial.

Sabe-se que, na aprendizagem significativa de conceitos, estão relacionadas a aprendizagem de representações e a de proposições. Na aprendizagem de representações há a aquisição de vocabulário e a formação de imagens mentais para os conceitos. Nesta pesquisa, pode-se notar que vários sujeitos já tinham adquirido um vocabulário para a geometria que eles utilizavam para o objeto real (ou para uma imagem que eles haviam formado), e não para uma categoria. Assim, identificavam a figura (b) do Quadro 1 como pirâmide, mas não identificavam a figura (l) como pertencente à mesma categoria. Verificou-se também que os sujeitos não haviam aprendido proposições, já que não descreveram as propriedades mais gerais, por exemplo, da pirâmide, incluindo-a como um tipo de poliedro.

Assim, foi necessário organizar o material de aprendizagem, identificando a estrutura conceitual relativa à geometria espacial elementar. Dessa forma, o material a ser aprendido foi composto por exemplos de corpos redondos (cilindros, cones, esferas, cortes de cilindros e de cones e outras composições) e de poliedros (regulares e não-regulares, prismas, pirâmides, paralelepípedos e outros). Como conceitos de geometria plana são imprescindíveis para a formação de conceitos de geometria espacial, fizeram parte do material as figuras planas, com destaque para os polígonos.

O mapa conceitual que foi elaborado para a pesquisa mostrou a hierarquia e as relações conceituais que tinham que ser exploradas durante a intervenção de modo a favorecer a aprendizagem significativa de conceitos da geometria.

Na seqüência didática, procurou-se, em vários casos, atender ao princípio da aprendizagem subordinada, em que a nova idéia aprendida se encontrava hierarquicamente subordinada a uma idéia mais geral já formada. Assim, tendo formado o conceito de poliedro, idéia mais geral, já estabelecida, foi possível aos sujeitos atender a uma solicitação da pesquisadora: identificar os poliedros com faces paralelas e congruentes e as outras faces paralelogramos. Esses sólidos, ao serem identificados, foram nomeados como prismas. Nesse caso, não se modificaram as idéias do conceito poliedro, mas os prismas foram conceituados como um tipo especial de poliedro, agora com características específicas.

Em outros casos, foi possível favorecer a aprendizagem superordenada, estabelecendo interações entre os conceitos subsunçores já estabelecidos na estrutura cognitiva do sujeito. Por exemplo, verificou-se que os sujeitos reconheceram, entre os sólidos que estavam em cima da mesa, as formas comuns utilizadas em seu cotidiano, como as pirâmides e os cubos (embora sem nomeá-los corretamente). O conceito de poliedro foi, então, desenvolvido a partir de um conjunto de atributos relacionados às idéias já estabelecidas. Dessa forma, os sujeitos formaram

o conceito de poliedro, aprendendo que os conceitos de pirâmides e de cubos estavam subordinados ao conceito mais geral.

Outro tipo de aprendizagem percebida durante a intervenção didática foi a chamada aprendizagem combinatória, em que não existe hierarquia entre as ideias novas e as já estabelecidas. Isso aconteceu a todo o momento quando os sujeitos relacionam as figuras planas com as espaciais. O conceito subsunção de polígono, que passou por uma reconciliação integrativa e uma diferenciação progressiva, passou a integrar o conceito de poliedro.

### **Considerações finais**

O presente trabalho mostrou a importância de se buscar, na prática pedagógica, os aspectos teóricos relativos à aprendizagem significativa de conceitos.

No caso da geometria, a avaliação do conhecimento prévio dos alunos e a organização da estrutura conceitual hierárquica do conteúdo são aspectos imprescindíveis para a confecção de material apropriado e para a seqüência de atividades que devem constar no processo de ensino.

Além da parte relativa ao material, é importante o professor conhecer características da aprendizagem ligadas ao sujeito que aprende. Assim, a mediação do professor pode levar os estudantes a refletir sobre suas ideias e compará-las com as dos colegas, de modo a favorecer os processos cognitivos de diferenciação progressiva e de reconciliação integrativa, aspectos fundamentais para a aprendizagem significativa subordinada, superordenada ou combinatória.

A investigação até agora realizada limitou-se a uma introdução ao estudo da aprendizagem significativa da geometria espacial e espera-se que a continuidade do mesmo possa abranger mais sujeitos de outros níveis de ensino e aprofundar as análises e discussões sobre os processos cognitivos envolvidos na aprendizagem de conceitos.

### **Referências**

- Ausubel, D.P. (2000). *The acquisition and retention of knowledge: a cognitive view*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
- Ausubel, D. P.; Novak, J. D. & Hanesian, H. (1980). *Psicología educacional*. Rio de Janeiro: Interamericana. Tradução de Eva Nick et al do original Educational Psychology, New York, Holt, Rinehart and Winston, 1978.
- Brasil. (1997). MEC/Secretaria de Educação Fundamental. *Parâmetros Curriculares Nacionais* (9 volumes). Brasília.
- Coll, C. (1998) *Aprendizagem e o Ensino de Procedimentos*. In: Coll, C; Pozo, J. I; Sarabia, B; Valls, E. *Os Conteúdos na Reforma. Ensino e Aprendizagem de Conceitos, Procedimentos e Atitudes*. Tradução de Beatriz Affonso Neves. Porto Alegre: Artes Médicas.
- Moreira, M. A. & Masini, E. F. S. (2001). *A aprendizagem significativa: a teoria de David P. Ausubel*. São Paulo: Centauro.
- Pozo, J. I. (1998). *Aprendizagem e o Ensino de Conceitos* In: Coll, C; Pozo, J. I; Sarabia, B & Valls, E. *Os Conteúdos na Reforma. Ensino e Aprendizagem de Conceitos, Procedimentos e Atitudes*. Tradução de Beatriz Affonso Neves. Porto Alegre: Artes Médicas.

ANEXO 1. Mapa conceitual para a geometria

