

OS MAPAS DE CONCEITOS NA APRENDIZAGEM DE ESTATÍSTICA POR ALUNOS DO 10.º ANO DO ENSINO PROFISSIONAL

Floriano Viseu
Universidade do Minho
fviseu@iep.uminho.pt
José António Fernandes
Universidade do Minho
jfernandes@iep.uminho.pt
Maria do Carmo Fernandes
Escola Secundária Alberto Sampaio
carmo.fernandes@gmail.com
Mariana Silva Faria
Escola Secundária Alberto Sampaio
mary.2522@gmail.com
Patrícia Duarte
Escola Secundária Alberto Sampaio
patriciaduart@gmail.com

Resumo

A realidade dos alunos que frequentam actualmente as escolas secundárias é muito diversa. A par de alunos que pretendem ingressar no ensino superior, temos os alunos dos cursos do Ensino Profissional, que têm por objectivo obter um diploma que lhes permita ingressar no mercado de trabalho. Para estes alunos, as disciplinas de formação geral são consideradas de importância menor e são aquelas cujos percursos dos alunos revelam maior insucesso. Neste contexto, é importante que o professor diversifique e adapte estratégias de ensino-aprendizagem que promovam o sucesso dos alunos. Assim, no presente estudo, depois de ter havido um elevado insucesso na aprendizagem da Estatística através de um ensino tradicional, decidiu-se implementar uma estratégia baseada na exploração de mapas de conceitos, tendo a maioria dos alunos atingido os objectivos mínimos exigidos na unidade.

Palavras-chave: Ensino-aprendizagem da Estatística; Mapa de conceitos; Ensino profissional.

Abstract

The reality of students currently attending secondary schools is very diverse. In our schools there are students who intend to enter higher education and others who attend vocational courses, which aim at obtaining a diploma that allows them to enter the labour market. For these students, the general subjects are considered of minor importance and are the ones that present greater failure. In this context it is important the teacher's diversification and adaptation to teaching-learning strategies that will promote the students' success. Thus, in this study, after students have failed the learning of the statistics unit through a traditional method, it was decided to implement a strategy based on the exploration of maps concepts and it was found that most students achieved the minimum required objectives in the unit.

1. Introdução

A Estatística é um tema que permite uma ligação entre “os saberes matemáticos escolares e a matemática utilizada no dia-a-dia” (Ponte, Matos & Abrantes, p. 170, 1998), pelo que tem ganho destaque nas últimas reformulações dos programas escolares de Matemática. Essa ligação favorece o desenvolvimento da capacidade dos alunos de usar a Matemática como instrumento de interpretação e intervenção no real e de analisar a informação com que contactam diariamente, como por exemplo através de jornais, televisão, publicidade e Internet (Ministério da Educação, 1991, 1997).

Vivendo numa sociedade caracterizada pelas tecnologias de informação e comunicação, Gal (2002) considera que o aluno – enquanto futuro cidadão informado e trabalhador responsável – precisa de compreender a forma como a informação é processada e se traduz em conhecimento utilizável. Ao ser confrontado com dados para fazer previsões e tomar decisões, ele precisa de conhecimentos de Estatística para desenvolver a compreensão dos conceitos e dos processos utilizados na análise de dados. O estudo da Estatística torna-se assim fundamental porque os dados, a variação e a mudança são aspectos omnipresentes na vida moderna (Idem).

No entanto, apesar da importância que é reconhecida à integração da Estatística no currículo escolar, a abordagem deste tema nem sempre merece a devida atenção. Como refere Carvalho (2004), o ensino de estatística, “na maioria das vezes, está mais preocupado em dar a conhecer a panóplia de métodos e instrumentos existentes do que a desenvolver actividades onde estes surjam naturalmente” (p. 86). Abordagens deste tipo tendem a desenvolver nos alunos conhecimentos instrumentais, o que faz com que, segundo esta autora, muitos deles manifestem “pouco sucesso quando lhes é pedido para interpretar os resultados obtidos após aplicarem um algoritmo [e] para interpretar gráficos estatísticos” (p. 86). Estas dificuldades podem dever-se a um ensino na abordagem da Estatística que valoriza sobretudo o domínio de regras isoladas e de algoritmos aprendidos através da repetição e da rotina.

A exploração mecânica das medidas de tendência central, como muitas vezes acontece, é um exemplo paradigmático da desvalorização do desenvolvimento conceptual desses conceitos. Os significados nem sempre são estabelecidos, o que faz com que alguns alunos não sejam capazes de os relacionar e aplicar em situações novas com que se deparam.

Foi o que aconteceu com a maior parte dos alunos de uma turma do 10.º ano do ensino profissional de uma Escola Secundária de Braga. Sujeitos a um ensino baseado na transmissão

dos conceitos estatísticos e da sua aplicação na resolução de tarefas fechadas, os alunos tenderam a memorizar definições e fórmulas, que aplicaram mecanicamente sem lhes atribuir qualquer significado. Donde, não tendo estes alunos, por duas vezes, obtido sucesso num teste de conhecimentos sobre os assuntos abordados, pretendemos averiguar o impacto dos mapas de conceitos na aprendizagem da Estatística desses alunos.

2. Aprendizagem de conceitos matemáticos

A aprendizagem de conceitos matemáticos é um processo complexo que envolve um conjunto de variáveis que, sujeitas a factores internos e externos, se combinam de formas variadas em resultado quer das interações sociais, quer da actividade individual.

A progressão do concreto para o abstracto permite, segundo Skemp (1993), classificar os conceitos em dois tipos: primários e secundários. Os *conceitos primários* são extraídos das nossas experiências sensitivas do mundo exterior, resultam da acção do sujeito sobre os objectos, sobre os fenómenos e sobre os acontecimentos. Os *conceitos secundários* são extraídos, resultante da acção do sujeito, de outros conceitos. Os conceitos matemáticos, ao estarem para além da realidade tangível, são na sua generalidade conceitos secundários.

No processo de formação de conceitos, Skemp identifica certos factores que intervêm na formação de um dado conceito, designadamente: a *frequência*, o *contraste* e os *não exemplos*, e distingue dois princípios a considerar na aprendizagem de conceitos matemáticos: (1) os conceitos de ordem mais elevada do que aqueles que os alunos já possuem não são compreendidos através de uma definição, devendo o professor proporcionar um conjunto de exemplos que combinem os novos conceitos com os que os alunos já possuem; (2) como em Matemática os exemplos dos conceitos de ordem mais elevada são quase sempre outros conceitos, o professor deve estar seguro de que estes últimos estão presentes na mente do aluno aquando do acto de ensino-aprendizagem.

No ensino de conceitos destaca-se a metodologia que evidencia o contraste entre os exemplos e os não exemplos para a sua aquisição (Joyce & Weil, 1980) e a metodologia que realça a explicitação de possíveis relações entre diferentes conceitos. O ensino-aprendizagem baseado no estabelecimento de relações entre conceitos destaca o conhecimento da estrutura matemática em oposição a uma matemática fragmentada que enfatiza o papel da memorização na sua aquisição. A importância do relacionamento de conceitos pode ser vista a partir de uma aprendizagem significativa aos níveis do conteúdo matemático e do próprio processo de aprendizagem.

No caso do conteúdo matemático, as relações entre os conceitos traduzem uma perspectiva dinâmica e realista da própria Matemática, pois, por um lado, quando pretendemos resolver um problema são vários os conceitos que contribuem para a sua resolução e, por outro lado, a própria Matemática organiza-se a partir de estruturas. Ao nível do processo de aprendizagem a importância das relações entre conceitos é destacado pelo conceito de esquema, que, para Skemp, constitui uma função integradora e é um instrumento que desenvolve a compreensão a partir de algo que o aluno já conhece.

A aprendizagem baseada em esquemas apresenta vantagens relativamente à baseada na memorização (Moreira & Buchweitz, 1993; Novak & Gowin, 1996), visto que permite uma aprendizagem mais eficiente, desenvolve um instrumento mental que constitui uma estratégia passível de utilização em futuras aprendizagens e permite consolidar o conteúdo do esquema. Numa aprendizagem baseada em esquemas, a nova informação interage com conceitos existentes na estrutura cognitiva do aluno e torna-se significativa quando essa informação interage com conceitos relevantes preexistentes nessa estrutura (Moreira & Buchweitz, 1993). A forma organizada como a informação é armazenada no cérebro humano dá, segundo estes autores, origem a uma “hierarquia conceptual na qual os elementos mais específicos de conhecimento são ligados (e assimilados) a conceitos mais gerais, mais inclusivos” (p. 20), tornando-se mais fácil para os alunos captar aspectos diferenciados de um todo mais inclusivo, mais geral, previamente aprendido, do que chegar ao todo a partir das suas partes diferenciadas. A organização do conteúdo de uma certa disciplina na mente de um aluno é uma estrutura hierárquica na qual as ideias mais inclusivas estão no topo da estrutura e progressivamente incorporam proposições, conceitos e factos menos inclusivos e mais diferenciados.

3. Mapas de conceitos

A partir da teoria de aprendizagem significativa, Novak desenvolveu os mapas de conceitos com o objectivo de representar, hierarquicamente, relações significativas entre os conceitos na forma de proposições, que consiste em dois ou mais termos ligados por palavras de modo a formar uma unidade semântica (Novak & Gowin, 1996). Os mapas de conceitos são ferramentas gráficas usados para organizar e representar o conhecimento de conceitos, com os mais gerais situados na parte superior e os mais específicos e menos inclusivos na parte inferior, usualmente integrados em círculos ou caixas de outro tipo e relacionados através de linhas que ligam pares de conceitos. Trata-se de um instrumento que pedagogicamente tem por objectivo auxiliar o desenvolvimento do significado dos temas abordados, favorecer a

representação do conhecimento que os alunos adquirem durante um período de tempo e relacionar esse conhecimento.

Para elaborar um mapa de conceitos é necessário usar papel e lápis ou *software* disponível na web, como por exemplo o *CmapTools* que permite construir, navegar e compartilhar mapas de forma individual ou cooperativa (Novak & Cañas, 2008). Para Jonassen (2007), este recurso tecnológico apoia: a construção de conhecimento, ao permitir representar as ideias dos alunos e estabelecer significados; a exploração, ao permitir aceder à informação necessária e comparar diferentes perspectivas; e a aprendizagem através da prática, ao permitir simular situações. Para este autor, a construção de mapas de conceitos a partir de *software* envolve os alunos:

Na reorganização do conhecimento; na descrição explícita de conceitos e das suas inter-relações; no processamento profundo do conhecimento, o que promove melhor recordação e recuperação, e a capacidade de aplicar conhecimento a novas situações; no relacionamento de novos conceitos com conceitos ou ideias existentes, o que melhora a compreensão. (p. 75)

A construção de mapas de conceitos pelos alunos proporciona uma ferramenta poderosa para reflectirem acerca do que sabem e acerca do que não compreendem e das dificuldades sentidas.

Embora o tipo de informação que se obtém seja de natureza qualitativa, a avaliação dos mapas de conceitos pode ser quantificada a partir de critérios, como por exemplo o de valorizar a diferenciação de conceitos em termos de abrangência. Pode-se usar uma escala numérica cujo valor mais alto corresponde a um mapa onde os conceitos mais abrangentes estão bem diferenciados dos que têm um nível intermédio de abrangência e estes estão bem distinguidos dos específicos. No outro lado extremo da escala ficará o mapa em que não há diferenciação entre os conceitos em termos de abrangência. Outra possibilidade é usar critérios que tenham em conta o número de conceitos apresentados e as suas relações, que são indicadas e identificadas. Novak e Gowin (1996) apresentam os seguintes critérios de classificação dos mapas de conceitos:

1. *Proposições*. A relação de significado entre dois conceitos é indicada pela linha que os une e pelas palavras de ligação correspondentes? A relação é válida? Atribua um ponto por cada proposição válida e significativa que aparecer.
2. *Hierarquia*. O mapa revela uma hierarquia? Cada um dos conceitos subordinados é mais específico e menos geral que o conceito escrito por cima dele? Atribua 5 pontos por cada nível hierárquico válido.
3. *Ligações cruzadas*. O mapa revela ligações significativas entre um segmento da hierarquia conceptual e outro segmento? Será que a relação que se mostra é significativa e válida? Atribua 10 pontos por cada relação cruzada que seja simultaneamente válida e significativa e

2 pontos por cada relação cruzada que seja válida mas que não traduza qualquer síntese entre grupos de proposições ou conceitos relacionados.

4. *Exemplos.* Os acontecimentos ou objectos concretos que sejam exemplos válidos do que designam os termos conceptuais podem valer cada um 1 ponto.
5. Pode-se construir e pontuar um mapa de referência para o material que se vai representar nos mapas de conceitos. Depois, dividem-se os pontos dos alunos pela pontuação obtida para esse mapa de referência, obtendo-se deste modo uma percentagem que serve de comparação. (p. 52)

O que é importante não é concluir se o mapa do aluno está certo ou não, mas sim se ele fornece evidências de que aprendeu significativamente o conteúdo (Moreira & Buchweitz, 1993). Neste processo, o professor em vez de se preocupar em atribuir uma nota ao mapa construído pelo aluno deve procurar interpretar a informação nele contida a fim de obter evidências acerca da sua aprendizagem. Explicações do aluno, orais ou escritas, em relação ao seu mapa facilitam a tarefa do professor nesse sentido.

4. Método

O presente estudo teve por principal propósito averiguar o impacto dos mapas de conceitos na aprendizagem da unidade de Estatística por alunos do 10.º ano. Seguiu-se uma abordagem de natureza interpretativa, uma vez que se pretendeu analisar os significados conferidos pelos participantes às acções nas quais se empenharam, bem como daqueles que interagiram com eles (Lessard-Hébert, Goyette & Boutin, 1990).

Participaram no estudo os alunos de uma turma do 10.º ano de escolaridade do Curso *Profissional de Técnico de Gestão e Programação de Sistemas Informáticos*, de uma Escola Secundária de Braga. Esta turma é constituída por 20 alunos de um nível sócio-económico baixo, com a idade média de 17 anos e apresentam bastantes lacunas ao nível de conhecimentos básicos, não só de Matemática mas também às outras disciplinas. Em relação à disciplina de Matemática, todos os alunos têm no seu histórico pelo menos uma reprovação e aproximadamente 25% deles são oriundos dos Cursos de Educação e Formação.

Atendendo ao quadro que caracteriza esta turma, iniciámos o programa curricular do Curso pela unidade A3 – Estatística, com o intuito de incentivar nos alunos o gosto pela disciplina. Para tal, delineámos abordar a unidade temática enfatizando as diferentes etapas do método estatístico, ao longo das quais seriam explorados os conceitos estatísticos.

Ora, verificou-se que os alunos não aderiram a esta proposta, preferindo estudar o tema através de um ensino em que a informação fosse transmitida pelo professor. Seguindo esta

metodologia de ensino e a avaliação dos alunos com base em testes de conhecimentos, verificou-se que apenas quatro alunos conseguiram concluir a unidade após a realização de duas avaliações finais.

Estes resultados levaram-nos a questionar a adequação da estratégia de ensino e de avaliação seguidas. Sendo necessário proporcionar aos alunos uma nova oportunidade de concluírem a unidade curricular, foi-lhes proposto para avaliação a elaboração de um mapa de conceitos estatísticos com o recurso ao *CmapTools* e a resolução de uma tarefa. Neste caso, os alunos mostraram grande receptividade à proposta, podendo optar por realizá-la individualmente ou em pares.

O trabalho desenvolvido pelos alunos realizou-se na sala de aula e fora da sala de aula. Algumas sessões de trabalho foram efectuadas numa sala de informática com acesso à Internet. Na primeira sessão, instalou-se nos portáteis dos alunos o programa *CmapTools* (<http://cmap.ihmc.us/>) para o explorarem e se familiarizarem com ele. A professora aproveitou esta exploração para elucidar os alunos da noção de mapa de conceitos, da forma de os elaborar e das diferenças entre conceitos, conectores, níveis e nós. Na segunda sessão, a professora apresentou aos alunos um exemplo de mapa de conceitos sobre os conteúdos que estavam então a ser leccionados – Funções Polinomiais. Na terceira sessão, a discussão sobre o trabalho efectuado pelos alunos levou à apresentação de algumas sugestões de alteração. Na última sessão, e já com os trabalhos entregues, os alunos fizeram a apresentação dos seus trabalhos.

Tendo em vista avaliar o impacto da intervenção de ensino-aprendizagem recolheu-se informação sobre os mapas de conceitos por eles construídos e as suas perspectivas acerca da intervenção de ensino-aprendizagem.

5. Avaliação da intervenção de ensino-aprendizagem

5.1. Análise dos mapas de conceitos construídos pelos alunos

Após a abordagem do tema através de processos centrados no professor, os alunos foram sujeitos a um teste escrito de avaliação de conhecimentos. Da análise das respostas dos alunos às questões dessa avaliação constatámos dificuldades em: (1) identificar a população e a dimensão da amostra num estudo; (2) determinar as medidas de tendência central; (3) calcular o valor do desvio padrão; (4) identificar num diagrama de extremos e quartis os valores extremos e a amplitude inter-quartis; (5) interpretar a concentração/dispersão dos dados de

um estudo representados através do diagrama de extremos e quartis; (6) analisar a relação entre variáveis bidimensionais com recurso à calculadora gráfica.

Tendo em vista ultrapassar estas dificuldades, os alunos elaboraram mapas de conceitos estatísticos, que apresentaram oralmente à turma. Nesta apresentação, as referências feitas às relações estabelecidas entre os diferentes conceitos abordados permitiu-nos depreender que os alunos adquiriram as principais noções da unidade, designadamente: a noção de população, amostra, censo e sondagem, as medidas de localização e de dispersão, bem como determinar o valor destas medidas e interpretá-las. Esta constatação foi também observada na resolução de uma tarefa do mesmo tipo da que foi apresentada nas avaliações anteriores e em que os alunos demonstraram muitas dificuldades. Este progresso na aprendizagem dos alunos poderá dever-se à visão global da unidade que a construção do mapa lhes proporcionou, tal como é referido no diálogo havido entre a professora e os alunos:

Professora: Acham que a elaboração deste tipo de tarefas favorece a aprendizagem dos conteúdos?

Aluno: Sim, porque na resolução deste trabalho conseguimos ver que o que a professora dá na aula seguinte... tudo está ligado e só agora é que entendemos isso.

Professora: Acham que se utilizássemos os mapas de conceitos nas outras unidades facilitaria a vossa aprendizagem?

Aluno: Acho que sim... Pelo menos a avaliação no final seria mais fácil após efectuarmos o relacionamento entre os conceitos... Oh professora, ficávamos a perceber melhor!

Os mapas de conceitos, entregues pelos alunos num CD-ROM, foram analisados com base na escala proposta por Novak e Gowin (1999), adaptada ao tema abordado, como se observa na tabela 1:

Tabela 1 – Análise dos mapas de conceitos

	Pontuação	Mapa1	Mapa2	Mapa3	Mapa4	Mapa5	Mapa6	Mapa7	Mapa8
Proposições	1 ponto por cada relação válida	18	32	31	33	33	30	33	33
Hierarquia	5 pontos por hierarquização correcta dos conceitos	55	70	65	70	70	65	70	70
Ligações cruzadas	10 pontos por cada ligação cruzada válida	0	0	0	0	0	0	0	0
	2 pontos por cada ligação cruzada válida não relevante	0	0	0	0	0	0	0	0
Exemplos/Definições	1 ponto por cada link válido	14	15	17	21	9	11	24	24
TOTAL		87	117	113	124	112	106	127	127

Da análise dos mapas, observamos que, em geral, no estabelecimento de proposições os alunos tiveram dificuldades na apresentação de palavras de ligação entre os conceitos (ver Figura1), o que se pode dever à ausência do léxico necessário à escolha de palavras para os ligar.

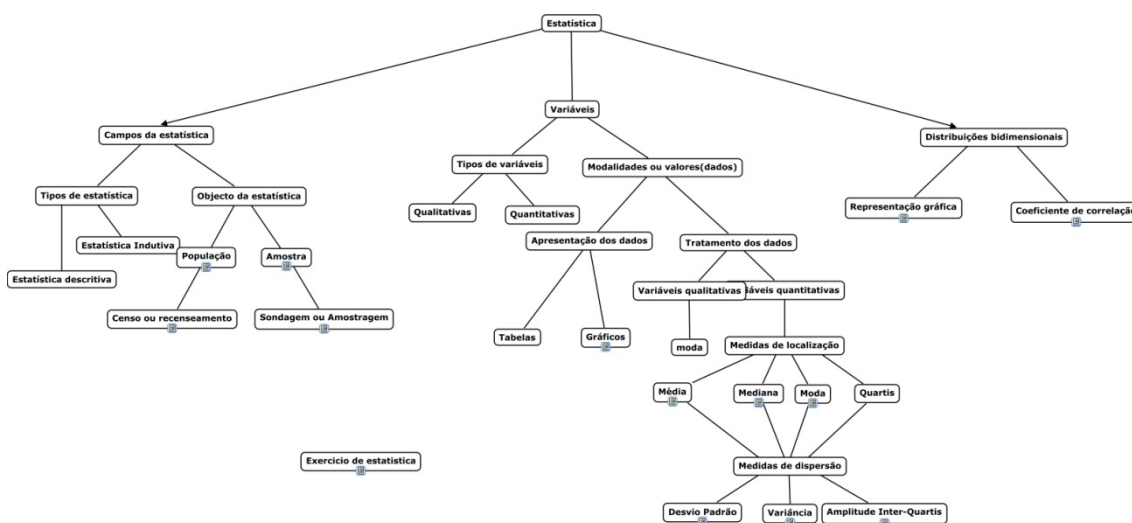


Figura1: Mapa1

Dos outros mapas, só o Mapa3 é que apresenta em todas as ligações as palavras que dão sentido à hierarquização dos conceitos. Nos restantes, as palavras surgem somente em situações óbvias, como por exemplo ligando os conceitos de população e amostra aos respectivos estudos (ver Figura2).

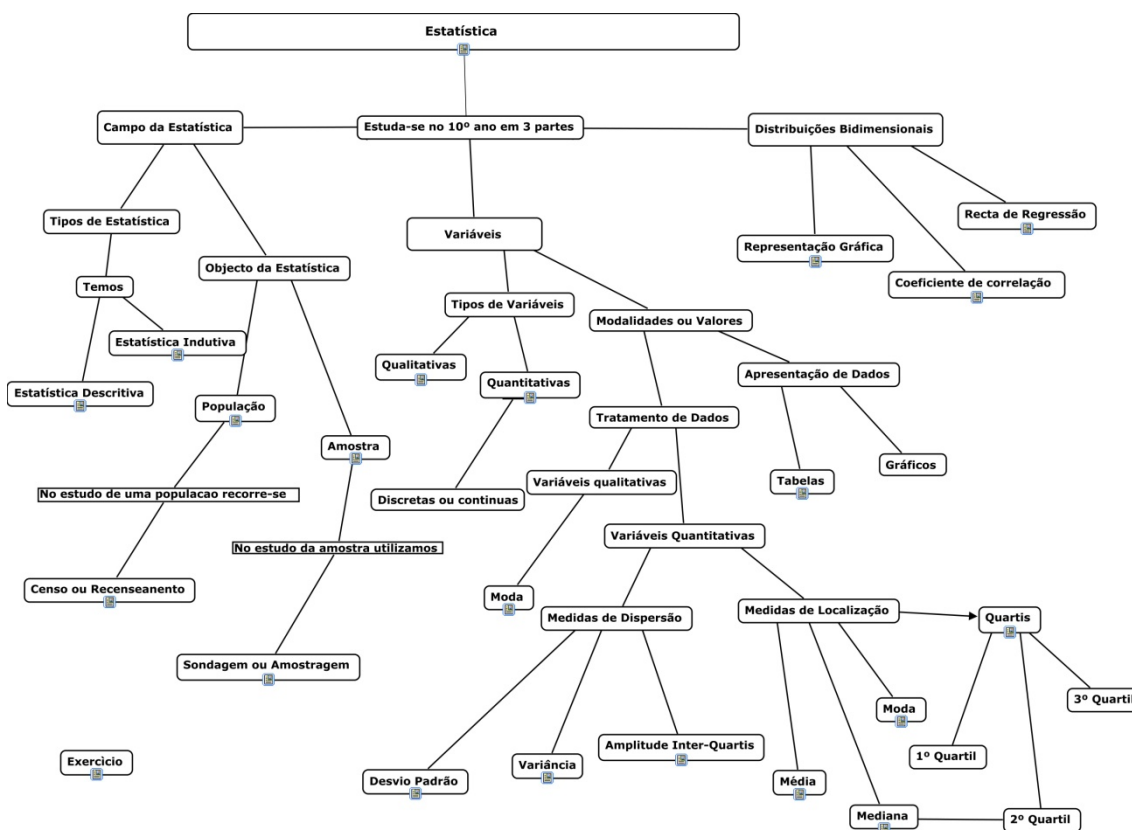


Figura 2: Mapa4

Em relação à hierarquização dos conceitos, a maioria dos alunos estabeleceu correctamente a ordem dos níveis gerais para os particulares. No entanto, os alunos do Mapa1 situaram as medidas de localização um patamar acima das de dispersão e nem sempre aconteceu os alunos situarem as variáveis qualitativas e quantitativas ao mesmo nível.

Nenhum aluno estabeleceu ligações cruzadas, o que lhes impediu de relacionar os conceitos dos diversos níveis, como se pode verificar na tabela 1 e nos mapas 1 e 4.

Nos exemplos/definições todos os alunos apresentaram *links* para explicar ou clarificar os seus significados e utilizaram a folha de cálculo para exemplificar os diferentes tipos de gráficos estatísticos, como por exemplo se pode verificar na Figura3:

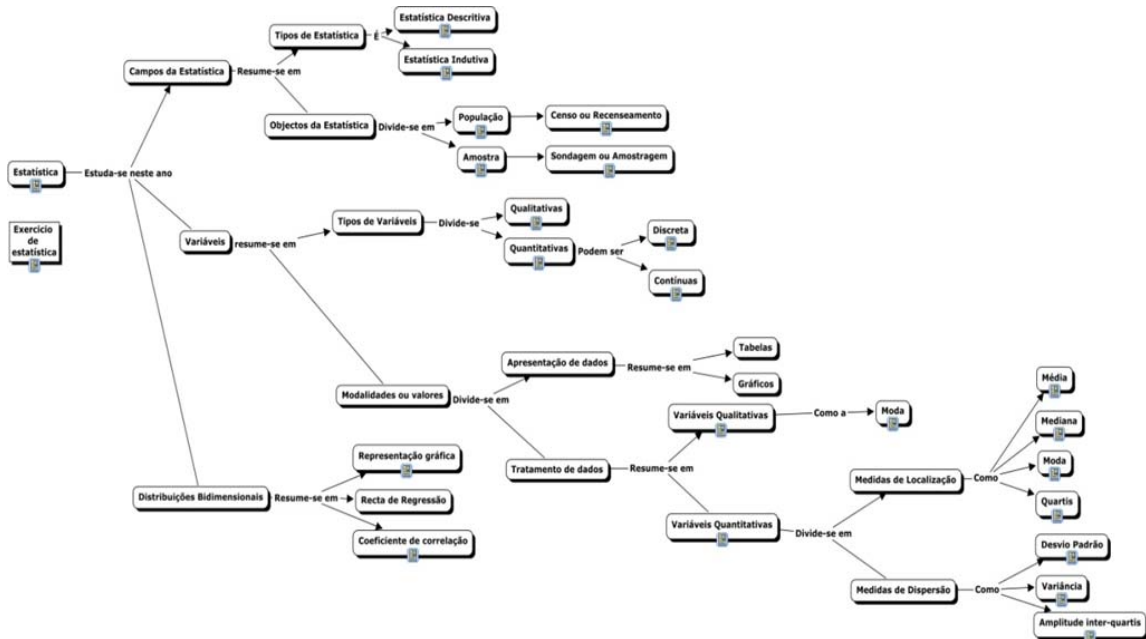


Figura 3: Mapa8

Após a realização deste trabalho foi pedido aos alunos que resolvessem uma tarefa do mesmo tipo da que tinha sido dada anteriormente e em que eles tinham mostrado muitas dificuldades. Face a várias tarefas propostas, cuja resolução englobava os conceitos estudados, os alunos seleccionaram uma delas e na sua resolução verificou-se serem capazes de determinar e identificar tanto as medidas de tendência central como as de dispersão e interpretar o significado de cada uma delas, bem como retirar informação apresentada graficamente. No entanto, algumas dificuldades ainda persistiram, nomeadamente na interpretação de diagramas de extremos e quartis e na compreensão das distribuições bidimensionais.

A tarefa resolvida aparece num *link* de ligação de uma célula, posicionado nos mapas1 e 2 num local separado do mapa e nos outros numa célula que os alunos consideraram pertinente.

5.2. Perspectivas dos alunos sobre a intervenção de ensino-aprendizagem

No final das apresentações, questionaram-se os alunos sobre as suas percepções acerca da realização deste trabalho. A maioria considerou que a Estatística é um tema mais fácil do que os outros (95%) e interessante por ser constantemente utilizado no dia-a-dia (79%).

Quanto à estratégia adoptada, 89% dos alunos apreciou aprender Estatística através do *CmapTools*, o que é reforçado pela afirmação de um aluno durante a apresentação oral do seu trabalho: “ajuda porque é tudo esquematizado, é fácil de inter-relacionar, fica-se a conhecer melhor os conceitos. Está tudo ligado e é mais fácil de entender de forma global o que está a

ser tratado. Nas aulas normais perdemo-nos um bocado”. Em relação à organização das suas actividades em pares, 63% dos alunos afirmam que a ajuda dos colegas foi importante para partilhar ideias, ultrapassar algumas dificuldades e clarificar alguns conceitos estatísticos.

Confrontados com a possibilidade de usarem a mesma estratégia de ensino-aprendizagem em outras Unidades, 74% consideraram que gostariam de aprender outros temas de Matemática do mesmo modo que aprenderam Estatística. A maioria dos alunos referiu que foi importante utilizar mapas de conceitos para conseguir organizar os conhecimentos estatísticos (79%) e que foi mais aliciante descobrir a Matemática por eles próprios do que ser for professor a apresentá-la (84%).

6. Nota final

A nível geral, os alunos apresentaram trabalhos interessantes e mostraram ter conhecimentos sobre os conceitos abordados. Para tal contribuiu, certamente, o facto de se utilizar o programa *CmapTools* e disponibilizar os trabalhos online, permitindo criar uma rede de mapas de conceitos que podem ser utilizados para favorecer o estudo dos alunos.

A análise dos mapas de conceitos permite-nos questionar se o insucesso existente em Estatística, assim como noutras temáticas, não se deverá pelo facto do aluno não ter uma visão global dos conceitos leccionados e da relação existente entre estes? Os resultados obtidos no presente estudo apontam para que a classificação, a sistematização e hierarquização dos diversos níveis do conhecimento na realização de tarefas é facilitador do processo de aprendizagem.

Referências bibliográficas

Carvalho, C. (2004). Um olhar da psicologia pelas dificuldades dos alunos em conceitos estatísticos. In J. A. Fernandes, M. V. Sousa & S. Ribeiro (Eds.), *Ensino Aprendizagem de Probabilidades e Estatística* (pp. 85-102). Braga: CIEd, Universidade do Minho.

Gal, I. (2002). Adult's statistical literacy. Meanings, components, responsibilities. *International Statistical Review*, 70(1), 1-25.

Jonassen, D. (2007). *Computadores, Ferramentas Cognitivas: Desenvolver o pensamento crítico nas escolas*. Porto: Porto Editora.

Joyce, B. & Weil, M. (1980). *Models of teaching*. New Jersey: Prentice Hall.

Lessard-Hébert, M., Goyette, G., & Boutin, G. (1990). *Investigação qualitativa: Fundamentos e práticas*. Lisboa: Instituto Piaget.

Ministério da Educação (1991). *Programa de Matemática - Ensino Básico, 3.º Ciclo: Plano de Organização do Ensino-Aprendizagem (volume 2)*. Lisboa: Ministério da Educação, Direcção Geral dos Ensinos Básico e Secundário.

Ministério da Educação (1997). Matemática. Programas do 10.º, 11.º e 12.º anos. Lisboa: Editorial do Ministério da Educação.

Moreira, M. A. & Buchweitz, B. (1993). Novas estratégias de ensino e aprendizagem: os mapas conceptuais e o Vê epistemológico. Lisboa: Plátano Edições Técnicas.

Novak, J. D. & Cañas, A. J. (2008). The theory underlying concept maps and how to construct and use them. Acedido em Janeiro 14, 2009, de <http://cmap.ihmc.us/Publications/ResearchPapers/TheoryCmaps/TheoryUnderlyingConceptMaps.htm>.

Novak, J. D. & Gwin, D. B. (1996). Aprender a aprender. Lisboa: Plátano Edições Técnicas.

Ponte, J. P., Matos, J. M., & Abrantes, P. (1998). Investigação em Educação Matemática: Implicações curriculares. Lisboa: IIE.

Skemp, R. (1993). The psychology of learning mathematics. London: Penguin Books.