

Morais, C., Almeida, C. & Dias, P. (1998). Complexidade na aprendizagem de conceitos numéricos. In Comissão organizadora do ProfMat 98 - Associação dos Professores de Matemática (Eds.), *Actas do ProfMat 98*, pp. 167 - 174. Lisboa: Associação dos Professores de Matemática.



Complexidade na Aprendizagem de Conceitos Numéricos

Carlos Morais, ESE de Bragança

Conceição Almeida, Inst. de Educação e Psicologia da Univ. do Minho

Paulo Dias, Inst. de Educação e Psicologia da Univ. do Minho

Introdução

Hoje, mais do que nunca, temos meios disponíveis para podermos melhorar e criar estratégias de ensino e aprendizagem que facilitem a aquisição e a transferência de conhecimento nos mais variados domínios.

Entre esses meios, consideramos que as Tecnologias de Informação (TI), podem ter um dos papéis mais relevantes. Nesse sentido, uma das questões que surge a qualquer educador, depois de acompanhar a evolução acelerada e multidireccional das TI, é saber o que fazer com estas tecnologias. Descobrir o que fazer com elas, passa necessariamente pela identificação de domínios, onde a sua utilização seja necessária e desejável, e pela preocupação de saber se a sua utilização proporciona ambientes de aprendizagem mais ricos do que aqueles que tradicionalmente são utilizados.

A necessidade de construir bases sólidas para a utilização das TI é evidenciada por Silva (1997) ao defender a formação de professores no domínio das TI, e ao afirmar que "não será admissível que a análise de situações da vida real identificando modelos matemáticos que permitam a sua interpretação e resolução seja exequível sem o recurso a meios computacionais, pelo menos numa grande classe de problemas mais realistas".

Nesta comunicação faremos referência à classificação, da complexidade na aprendizagem de conceitos matemáticos incluídos no tema Números e Cálculo do programa de Matemática do 3º Ciclo do Ensino Básico, baseada nas respostas dadas por uma amostra de professores de Matemática e de alunos dos 7º, 8º e 9º anos de escolaridade. Com esta classificação pretende-se identificar quais os assuntos que os professores e os alunos consideram mais complexos, para em seguida, estudar os efeitos da utilização de estratégias baseadas nas TI, na aprendizagem desses conceitos.

Conceito de Complexidade

As variáveis que influenciam a aprendizagem são muitas e diversificadas, entre outras, podemos referir: o nível de conhecimento dos alunos, as estratégias de ensino e aprendizagem, o nível científico e pedagógico dos professores, a motivação dos professores e dos alunos e as condições económicas e sociais dos alunos.

Para além das variáveis referidas parece-nos ter extrema importância na aprendizagem a complexidade dos assuntos em estudo.

A importância e actualidade do estudo da complexidade é evidenciada por Barbosa (1997), quando afirma:

"das múltiplas surpresas conceptuais historicamente produzidas pelas práticas de cognição humana e pela própria reflexão em torno dos saberes, há uma que ocupa hoje um lugar de destaque no pensamento daqueles que procuram compreender melhor a significação do empreendimento científico contemporâneo. Reconheça-se ou não, a complexidade é a grande surpresa conceptual cujo alcance teórico e prático só muito recentemente começou a ser vislumbrado".

Segundo Morin (1982) a noção de complexidade pode ser dificilmente conceptualizada. No entanto, o mesmo autor refere dois paradigmas, que poderão facilitar a interpretação do termo complexidade, contextualizados no parágrafo seguinte:

"Foi muito lentamente que pudemos efectuar uma categorização (decerto não definitiva) dos princípios que comandam-controlam a inteligibilidade científica clássica

e, por oposição, um esquema dos princípios que comandam-controlam a inteligibilidade complexa. Chamo paradigma de simplificação ao conjunto dos princípios de inteligibilidade próprios da cientificidade clássica, e que, ligados uns aos outros, produzem uma concepção simplificadora do universo (físico, biológico, antropossocial). Chamo paradigma de complexidade ao conjunto dos princípios de inteligibilidade que, ligados uns aos outros, poderiam criar condições de uma visão complexa do universo (físico, biológico, antropossocial)" (Morin, 1982, p.246).

Outro modo de interpretar a complexidade pode basear-se na teoria da flexibilidade cognitiva. Esta teoria, segundo Moreira (1986), por um lado, procura fornecer a base cognitiva para a compreensão e promoção do desenvolvimento do conhecimento especializado, caracterizado-o pela integração de conhecimento relevante na aplicação a situações problemáticas novas, e por outro, parte do princípio de que existe uma fase de aquisição de conhecimento complexo, que ocorre entre a aprendizagem de aspectos introdutórios de um dado domínio e a obtenção de conhecimento especializado no mesmo domínio.

O mesmo autor refere que o objectivo da aprendizagem ao nível introdutório é fornecer ao aluno um domínio básico dos conteúdos, enquanto que, os objectivos de aquisição de conhecimento complexo requerem que o aluno apreenda relações e princípios conceptuais relevantes que se encontram subjacentes a um dado domínio. O objectivo da aprendizagem de níveis mais elevados pressupõe que os alunos sejam capazes de transferir esse conhecimento de modo flexível e relevante para uma diversidade de novas situações, em ocorrência e contextos variados.

Segundo Landroit (1987) a realidade é complexa defendendo que as crianças saibam isso desde o berço. O mesmo autor argumenta o seguinte: "para que uma noção, para que um conceito seja verdadeiramente útil deve ser abordado em toda a sua complexidade, sob várias facetas, através de vários percursos por vezes aparentemente contraditórios".

Classificação de Conceitos Numéricos por Níveis de Complexidade

Considerando as múltiplas dificuldades que geralmente são referidas como sentidas pelos alunos na aprendizagem de conceitos matemáticos e sentindo a preocupação de tentar diminuir tais dificuldades propusemo-nos inventariar razões que justifiquem tais dificuldades, admitindo que a complexidade associada a cada conceito pode influenciar de modo decisivo a sua aprendizagem. Neste sentido, consideramos uma amostra de professores de Matemática e de alunos de 7º, 8º e 9º anos e o tema Números e Cálculo, e procuramos respostas para as seguintes questões:

- Quais são os assuntos que os alunos consideram mais complexos?
- Quais são os assuntos, que os professores consideram mais complexos?
- A classificação dos assuntos por níveis de complexidade na aprendizagem realizada, a partir dos mesmos pressupostos, pelos professores será idêntica à realizada pelos alunos?

A resposta a estas questões, poderá começar a ser dada, tendo em consideração os dados que em seguida apresentamos.



Recolha de Dados

Instrumentos de Recolha de Dados

Os dados foram obtidos através do preenchimento de um questionário, construído para o efeito. Depois de se proceder à validação do questionário resultou uma versão final com duas questões de resposta livre e 66 de escolha múltipla. Para estas 66 questões, relativas à classificação da complexidade na aprendizagem de conteúdos, convencionou-se que o nível de complexidade na aprendizagem de cada conteúdo aumenta de 1 a 5, representando 1 o nível de complexidade mínima e 5 o nível de complexidade máxima.

Os itens dessas 66 questões de escolha múltipla foram obtidos com base no programa de Matemática do 3º Ciclo do Ensino Básico, utilizando-se um vocabulário tão próximo quanto possível do apresentado no referido programa. Tentando cobrir todos os itens relacionados com o tema Números e Cálculo, resultaram 28 questões do programa de 7º ano, 17 do programa de 8º e 21 do programa de 9º ano.

Do questionário referido, que foi administrado na íntegra aos professores, resultaram mais três versões adaptadas a cada ano curricular dos alunos. Nestas versões manteve-se a estrutura inicial, adaptaram-se as duas questões de resposta livre aos alunos e em cada uma delas integraram-se as questões correspondentes ao ano curricular a que se destinou.

Metodologia de Recolha de Dados

Para o preenchimento dos questionários foi dito aos professores e aos alunos, antes de o começarem a preencher: "considerem complexidade como as dificuldades em entender e utilizar os assuntos referidos no questionário". Atendendo a esta sugestão e à interpretação que cada professor e cada aluno deram ao conceito de complexidade, cada sujeito assinalou uma única possibilidade das cinco possíveis para cada questão.

O questionário foi administrado aos professores, em Março de 1998. A data de preenchimento, em cada escola, foi acordada com o delegado de disciplina de Matemática dessa escola, tendo-se optado por um dia em que houvesse reunião de grupo, o preenchimento foi efectuado no início da reunião, com a presença do autor do estudo.

A administração do questionário aos alunos fez-se em ambiente normal de sala de aula com a presença do professor da disciplina. Os questionários foram entregues a cada professor das turmas dos alunos da amostra, tendo sido acordado que os questionários seriam administrados, no mesmo dia a todas as turmas do mesmo ano de cada escola, e apenas quando nas turmas envolvidas tivesse sido leccionada a matéria referenciada no questionário.

A recolha dos questionários dos alunos foi efectuada por cada professor que os administrou.

População e Amostra

População

A população considerada para o estudo é constituída por todos os alunos que frequentam os 7º, 8º e 9º anos de escolaridade, no ano lectivo de 1997/98, nas escolas

Secundárias e EB2,3/S do distrito de Bragança e por todos os professores que leccionam Matemática, nesse ano lectivo, nas referidas escolas.

De acordo com os dados recolhidos no Centro de Apoio Educativo de Bragança (CAE) e nas próprias escolas envolvidas a população, distribuída por 13 escolas, é de 103 professores e de 4308 alunos, sendo 1387 alunos de 7º ano, 1370 de 8º ano e 1511 de 9º ano.

Amostra

Vamos considerar como amostra todos os sujeitos que forneceram dados aceites para o estudo.

A amostra de alunos é constituída por 727 sujeitos, fazendo parte de 10 escolas, que corresponde a 16,9 % da população, sendo 350 do sexo masculino (M) e 377 do sexo feminino (F). Dos sujeitos da amostra, 238 são de 7º ano, 249 de 8º ano e 240 de 9º ano.

Quadro 1: Resumo da População e da Amostra dos Alunos

Anos	População	Amostra			
		M	F	T	%
7º	1387	105	133	238	17,2
8º	1370	122	127	249	18,2
9º	1511	123	117	240	15,9
Total	4308	350	377	727	16,9

M – número de alunos do sexo masculino;

F – número de alunos do sexo feminino;

T – número total de alunos;

% – percentagem da amostra relativamente à população

A amostra de professores é de 71, correspondendo a uma percentagem de 68,9 % da população. Estes professores fazem parte do corpo docente de dez escolas.

Resultados

Atendendo a que os professores responderam às 66 questões de escolha múltipla propostas e que os alunos apenas responderam às correspondentes ao programa do ano lectivo em que estão matriculados vamos apresentar os dados em percentagem, considerando para efeitos comparativos os dados, dos professores e dos alunos, relativos aos assuntos de 7º ano, 8º ano e 9º ano.

No sentido de tornar mais fácil a interpretação dos dados, definimos três categorias de resposta para cada questão: uma constituída pelos sujeitos que classificaram a complexidade na aprendizagem com nível 1 ou nível 2, que será designada por N1 + N2, outra, pelos sujeitos que classificaram a complexidade na aprendizagem com nível 4 ou nível 5, que será designada por N4 + N5 e a outra pelos sujeitos que a classificaram com nível 3.

Admitindo que a categoria N4 + N5 traduz que a aprendizagem, dos respectivos conteúdos, é de complexidade elevada e que a categoria N1 + N2 traduz que a aprendizagem é de complexidade reduzida, vamos apresentar nas tabelas e gráficos seguintes, os resultados relativos a estas duas categorias.



Quadro 2: Percentagem de respostas relativas aos conteúdos de 7º ano

Questões	Respostas (%)				Questões	Respostas (%)			
	Alunos		Professores			Alunos		Professores	
	N1 + N2	N4 + N5	N1 + N2	N4 + N5		N1 + N2	N4 + N5	N1 + N2	N4 + N5
1	69,8	8,0	29,6	29,6	15	54,2	14,7	9,9	53,5
2	71,0	11,4	39,4	16,9	16	55,8	19,4	2,8	64,8
3	86,5	5,5	53,5	12,7	17	55,1	18,0	4,2	77,5
4	44,1	20,6	23,9	40,8	18	52,1	18,9	8,5	40,8
5	47,5	24,4	8,5	64,8	19	47,5	23,5	1,4	76,1
6	53,8	14,3	15,5	47,9	20	54,6	22,2	7,0	60,6
7	43,7	17,7	12,7	59,2	21	40,3	28,6	1,4	77,5
8	50,4	19,3	4,2	64,8	22	52,9	18,1	33,8	14,1
9	72,3	7,1	70,4	11,3	23	41,5	21,0	40,8	21,1
10	66,8	10,1	21,1	36,6	23	36,9	23,5	19,7	33,8
11	64,7	11,3	36,6	22,5	25	35,3	16,8	11,3	42,3
12	63,0	15,9	39,4	9,9	26	31,5	18,9	18,3	26,8
13	47,5	16,4	22,5	36,6	27	32,3	21,4	5,6	70,4
14	52,6	18,4	16,9	46,5	28	28,5	30,7	2,8	95,8

Gráfico 2.1: Assuntos de 7º ano, considerados com nível reduzido de complexidade

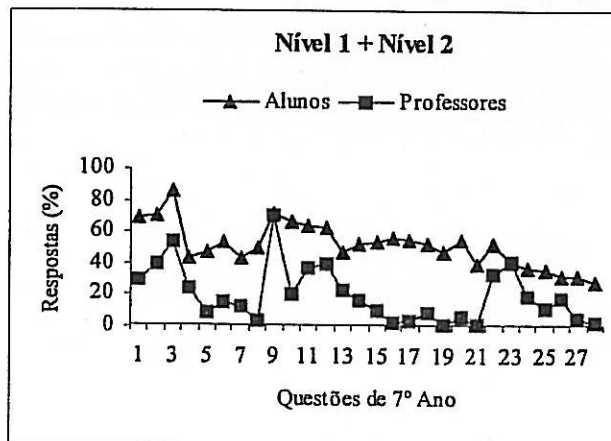
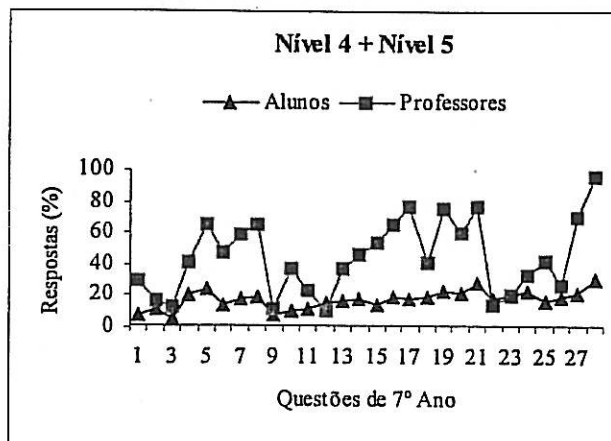
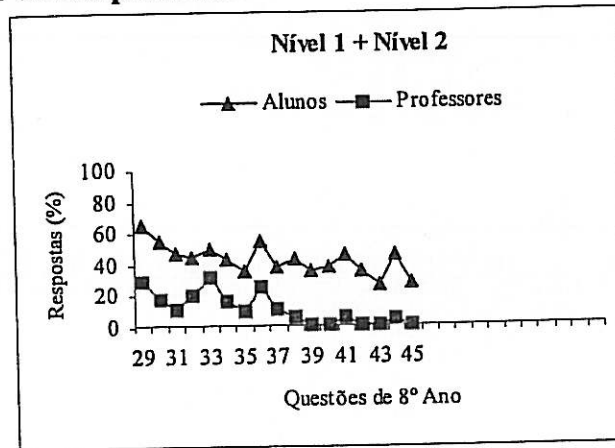
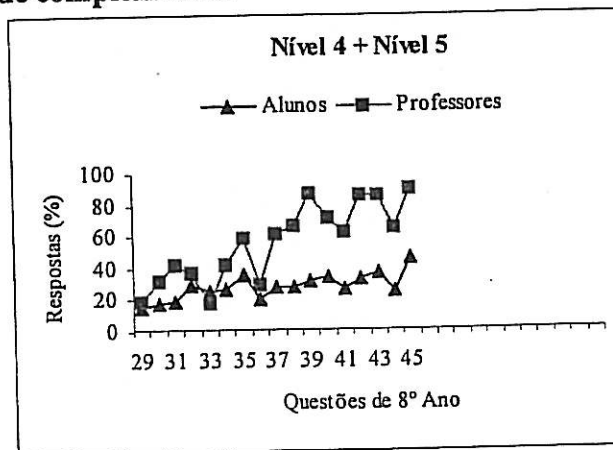


Gráfico 2.2: Assuntos de 7º ano, considerados com nível elevado de complexidade



**Quadro 3: Percentagem de respostas relativas aos conteúdos de 8º ano**

Questões	Respostas (%)				Questões	Respostas (%)			
	Alunos		Professores			Alunos		Professores	
	N1 + N2	N4 + N5	N1 + N2	N4 + N5		N1 + N2	N4 + N5	N1 + N2	N4 + N5
29	65,9	14,8	29,6	19,7	38	43,0	28,1	7,0	66,2
30	55,0	17,6	18,3	32,4	39	35,8	32,1	1,4	87,3
31	47,8	18,8	11,3	42,3	40	38,2	34,1	1,4	71,8
32	44,6	29,7	21,1	36,6	41	45,8	27,3	7,0	63,4
33	50,6	25,7	32,4	18,3	42	36,2	32,9	1,4	85,9
34	43,8	27,3	16,9	42,3	43	27,3	37,7	1,4	85,9
35	36,1	36,1	9,9	59,2	44	46,6	26,1	5,6	64,8
36	54,6	20,5	25,4	29,6	45	28,5	46,2	1,4	90,1
37	38,2	27,7	11,3	62,0					

Gráfico 3.1: Dados comparativos, relativos aos assuntos de 8º ano, considerados com nível reduzido de complexidade**Gráfico 3.2: Dados comparativos, relativos aos assuntos de 8º ano, considerados com nível elevado de complexidade.**



Quadro 4: Percentagem de respostas relativas aos conteúdos de 9º ano

Questões	Respostas (%)				Questões	Respostas (%)			
	Alunos		Professores			Alunos		Professores	
	N1 + N2	N4 + N5	N1 + N2	N4 + N5		N1 + N2	N4 + N5	N1 + N2	N4 + N5
46	50,9	14,6	22,5	38,0	57	62,6	16,6	32,4	21,1
47	49,2	18,8	14,1	40,8	58	54,6	22,1	12,7	35,2
48	52,9	15,4	21,1	25,4	59	57,5	19,2	14,1	36,6
49	51,7	19,6	8,5	53,5	60	61,2	19,2	21,1	22,5
50	32,1	38,3	7,0	83,1	61	50,0	24,2	12,7	45,1
51	59,6	11,2	39,4	18,3	62	32,5	40,0	2,8	88,7
52	49,2	13,7	42,3	14,1	63	34,1	29,2	5,6	77,5
53	57,9	18,0	26,8	19,7	64	47,5	25,5	15,5	50,7
54	60,1	12,9	43,7	16,9	65	46,3	26,2	14,1	39,4
55	62,5	11,2	25,4	21,1	66	33,8	43,3	1,4	93,0
56	56,7	13,3	40,8	12,7					

Gráfico 4.1: Dados comparativos, relativos aos assuntos de 9º ano, considerados com nível reduzido de complexidade.

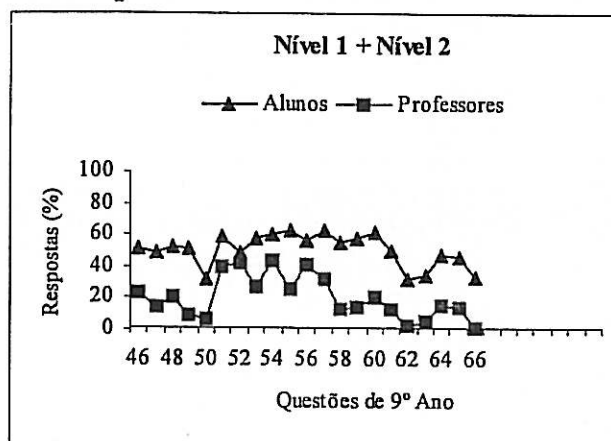
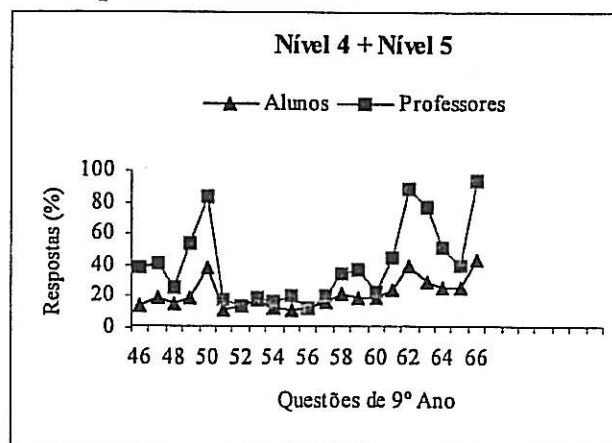


Gráfico 4.2: Dados comparativos, relativos aos assuntos de 9º ano, considerados com nível elevado de complexidade.





Pela observação dos dados obtemos indicadores, que permitem inferir quais os assuntos que os professores os alunos consideram com complexidade na aprendizagem mais elevada. Assim, podemos concluir que a amostra referida classificou como assuntos mais complexos, no tema números e cálculo, os seguintes: no programa de 7º ano, a questão 28, “Resolução de problemas usando equações”, nos programas de 8º e de 9º anos, as questões 45 e 66 respectivamente, “Resolução de problemas usando equações de 2º grau”.

Atendendo a que os alunos e os professores responderam no mesmo sentido, isto é, os assuntos que os alunos consideraram mais complexos foram os mesmos dos professores, embora com percentagens diferentes, pensamos que temos um bom ponto de partida para enfatizar a complexidade na aprendizagem de cada conceito nas estratégias de ensino e aprendizagem que pretendemos promover.

Bibliografia

Barbosa, M. (1997). *Antropologia Complexa do Processo Educativo*. Braga: Instituto de Educação e Psicologia, Universidade do Minho.

Landroit, H. (1987). O Elogio da Complexidade. *L'Éducateur* nº 2/Out.87. (tradução de Júlia Soares).

Moreira, A. (1996). *Desenvolvimento da Flexibilidade Cognitiva dos Alunos - Futuros - Professores: uma experiência em Didáctica do Inglês*. Tese de Doutoramento. Aveiro: Universidade de Aveiro.

Morin, E. (1982). *Ciência com Consciência*. Mem Martins: Publicações Europa América.

Silva, C. (1997). A formação de professores em novas tecnologias da informação e comunicação no contexto dos novos programas de Matemática do Ensino Secundário. In *Actas do 2º Simpósio Investigação e Desenvolvimento de Software Educativo*. Coimbra: Departamento de Engenharia Informática, 24 - 26 de Setembro de 1997.