

## INFLUÊNCIA DA PROFUNDIDADE DAS EXPLICAÇÕES NA COMPREENSIBILIDADE DE TEXTOS CIENTÍFICOS\*

Carlos João Gomes

Departamento de Ciências de Educação, Universidade dos Açores, 9501 Ponta Delgada, Portugal

Helena Caldeira

Departamento de Física, Universidade de Coimbra, 3000 Coimbra, Portugal

José Otero

Departamento de Física, Universidade de Alcalá, 28871 Alcalá, Madrid, Espanha

### INTRODUÇÃO

Numerosos estudos comprovam que os alunos compreendem e retêm informação mais facilmente, perante a leitura ou na redacção de um texto, ou durante uma sessão tutorial, quando fazem perguntas. Perguntar será então uma actividade com função não só cognitiva, mas também metacognitiva, constituindo, neste caso, uma acção de regulação da compreensão. De facto, a capacidade de formular perguntas durante a aprendizagem sobre determinada matéria é função da existência de estruturas de conhecimento apropriado, do grau de perfeição daquelas estruturas acerca da nova matéria e também do controlo da própria compreensão (Miyake e Norman 1979; Dillon 1986; Otero 1990; Graesser e Person 1993). Gerar perguntas é uma componente fundamental em processos cognitivos, não só na compreensão de textos, mas também em comportamentos sociais (Olson, Duffy e Mack, 1985), na aprendizagem de material complexo (Miyake e Norman, 1979, Palincsar e Brown, 1984, Schank, 1986) na resolução de problemas (Klahr e Dunbar, 1988; Reinsbeck, 1988), na criatividade (Sternberg, 1977) e no auto-controlo (Meichenbaum, 1977). De igual modo, número e a qualidade das perguntas formuladas pelos alunos, sobretudo as que exigem raciocínio profundo, representam um indicador do seu estágio de metacognição pois podem revelar a medida em que ele é capaz de avaliar e regular a própria compreensão.

As perguntas formuladas pelos alunos sobre um texto permitem-lhes obter informação que ajuda a torná-lo mais coerente e, portanto, mais compreensível (Graesser *et al.* 1994). As perguntas escritas nos textos podem ocorrer para destacar o que é mais importante, mas também durante a leitura do texto como guia para o tema central ou no fim do texto como

---

\*INVESTIGAÇÃO REALIZADA NO ÂMBITO DA ACÇÃO INTEGRADA LUSO-ESPAÑHOLA (E-47/98)

estímulo para rever pontos importantes. Apresentam, pois, duas funções: promover a compreensão do texto pelos alunos e aceder à compreensão dos alunos (Gaveleck e Raphael, 1985).

Apesar de se reconhecer os benefícios de se fazerem perguntas, na prática, elas são pouco frequentes por parte dos alunos na sala de aula. Quando iniciam os estudos, os alunos deparam com uma escola em que a maioria das perguntas é feita pelos professores e reconhece-se que muitos deles não são propriamente bons modelos de formuladores de perguntas (Graesser e McMahan, 1993). Formulam, normalmente, questões que exigem apenas resposta curta sobre interpretação e explicitação de conteúdos e é referido na literatura que apenas 4% é capaz de construir questões de nível elevado que envolvam mecanismos explicativos, inferências, críticas, avaliação, sínteses ou aplicações de ideias a novos domínios (Dillon, 1988). Por outro lado, em situações normais de aula, os alunos formulam muito raramente perguntas (cerca de 6%) e, quando o fazem, elas são, em geral, de um nível cognitivo baixo. As restantes 94% são privilégio do professor (Graesser e Person, 1993).

A baixa frequência e elaboração das perguntas pode dever-se, entre outros factores, ao facto de os alunos ou terem dificuldades em identificar os seus próprios défices de conhecimento (Baker, 1979; Graesser e McMahan 1993; Pressley, Ghatala, Woloshyn e Pirie 1990) ou, pelo contrário, apresentarem uma elevada quantidade e domínio de conhecimento (Miyake e Norman 1979; Brown, Bransford, Ferrara e Campione, 1983; Chi, Bassok, Lewis, Reiman e Glaser, 1989). Corrigir um défice de conhecimento é justamente um dos mecanismos identificados por Graesser, Person e Hubber (1992) responsável pela geração de perguntas.

Muitas das dificuldades que os alunos apresentam durante a aprendizagem das ciências podem ser devidas ao facto de os alunos não disporem de esquemas adequados que permitam a compreensão da informação que se lhe é apresentada (Otero, 1990). Através dos estudos de Miyake e Norman (1979), constatou-se que os alunos que apresentam défices de conhecimento e de compreensão da informação apresentada não perguntam mais, ao contrário do que seria de esperar. Para Person *et al.* (1994), estes alunos não são sequer capazes de controlar o seu grau de compreensão.

A capacidade para colocar questões relevantes por estudantes de ciências, confirmada em investigação já realizada (Costa, Caldeira, Gallástegui e Otero, 1999), comparada com a baixa frequência de questões de qualidade em condições de sala de aula, indica que existem muitas anomalias detectadas que não se transformam em questões, e muito menos em

respostas a questões. Estas anomalias podem servir de aviso na forma de compreender os assuntos de ciências. A acumulação de inconsistências não esclarecidas vem a ter um efeito prejudicial na perda da compreensão dos alunos, ou na sua disposição para compreender significativamente o mundo.

Esta investigação revelou ainda que os alunos, perante a leitura de textos científicos, formulam predominantemente questões de antecedente causal, são muito sensíveis às explicações causais, procurando activamente o significado do texto e tentando explicar as razões pelas quais ocorrem os fenómenos descritos. Consequentemente, deverá haver muito cuidado para que as explicações causais sejam redigidas de forma apropriada aos diferentes escalões etários. Ora, isto só é possível se existir informação sobre que factores influenciam o modo como os alunos compreendem as relações causais.

É também possível que a percepção dos próprios défices de conhecimento varie de sujeito para sujeito e entre as próprias tarefas ou situações. É neste sentido que este trabalho procura, em que medida, explicações científicas, mais ou menos completas, sobre fenómenos naturais, influem na percepção de compreensibilidade e na formulação de perguntas sobre estes fenómenos. Pretendeu-se saber a influência do nível de explicação causal na compreensibilidade dos alunos, ou seja, avaliar até que ponto o maior ou menor detalhe das explicações causais apresentadas influencia a capacidade de compreensão dos fenómenos físicos.

## **DESCRIÇÃO DO ESTUDO**

O estudo consistiu na apresentação a alunos do 8º, 10º e 12º anos de dois textos com conteúdo científico (um intitulado “As Nuvens”, sobre Física, e o outro “Oxigénio Dissolvido” sobre Química), utilizados em investigações anteriores. Foram seleccionadas duas frases-chave com base na identificação das partes dos textos sobre as quais incidiram o maior número de perguntas num desses trabalhos. Estas foram redigidas de três maneiras diferentes, aumentando cada vez mais a profundidade da explicação nelas contida (Níveis 1, 2 e 3). Os alunos receberam instruções para perguntar, por escrito, tudo o que não compreendessem sobre os textos e que classificassem a compreensibilidade das frases-chave em **Muito mal**, **Mal**, **Razoavelmente**, **Bem** ou **Muito bem**.

Com o fim de normalizar a classificação de compreensibilidade atribuídas pelos alunos às frases-chave, considerou-se uma terceira frase (frase de controlo, sempre a mesma) que deveria igualmente ser classificada pelos alunos. Esta frase serviu, assim, para, na posterior análise de resultados, corrigir a tendência de cada aluno de pontuar demasiado alto ou baixo.

Apresentam-se em anexo, os textos, bem como as frases-chave, conforme foram apresentadas nos diferentes níveis, e a frase de controlo.

### ANÁLISE DOS RESULTADOS

Uma vez que dentro de cada nível, a pontuação atribuída à compreensibilidade pelos alunos apresentava valores diversos, para corrigir a tendência de os alunos pontuarem alto ou baixo optou-se por fazer o estudo em termos de pontuação relativa. A tabela 1 contém as pontuações relativas da compreensibilidade ou seja, os valores médios das diferenças entre a pontuação atribuída a cada uma das frases e à frase de controlo.

Simultaneamente, fez-se o levantamento das perguntas formuladas pelos alunos, classificando-as de acordo com as categorias propostas por Grasser, Person e Hubber (1992). Continua a verificar-se, como no trabalho de Costa (1997) que as perguntas formuladas em maior percentagem nos três anos de escolaridade, sobre ambos os textos, pertencem à categoria de antecedente causal. De realçar que estes resultados estão de acordo com outros encontrados pelos investigadores sobre a compreensão do discurso e o estabelecimento de inferências (Millis e Graesser, 1990).

TABELA 1- Compreensibilidade relativa dos dois textos obtida nos três anos de escolaridade

Ano	Nível	As Núvens		Oxigénio Dissolvido	
		Frase 1	Frase 2	Frase 1	Frase 2
8º	1	-0,43	-0,18	-0,05	-0,45
	2	-0,53	0,16	-0,76	-0,69
	3	-0,84	-0,30	-0,83	-0,98
10º	1	-0,10	0,10	-0,03	-0,48
	2	-0,60	0,23	-0,03	-0,83
	3	-0,13	0,02	0,21	-0,36
12º	1	-0,29	-0,02	-0,13	-0,30
	2	-0,61	-0,30	-0,03	-0,44
	3	-0,28	-0,05	-0,15	-0,22

Uma análise de variância 3x3 (ANOVA) revela que, para um nível de significância 0,05, existem diferenças estatisticamente significativas na compreensibilidade atribuíveis ao factor ano ( $F= 8,998$ ;  $p= 0,000$ ) e também ao factor nível ( $F= 3,443$ ;  $p= 0,033$ ).

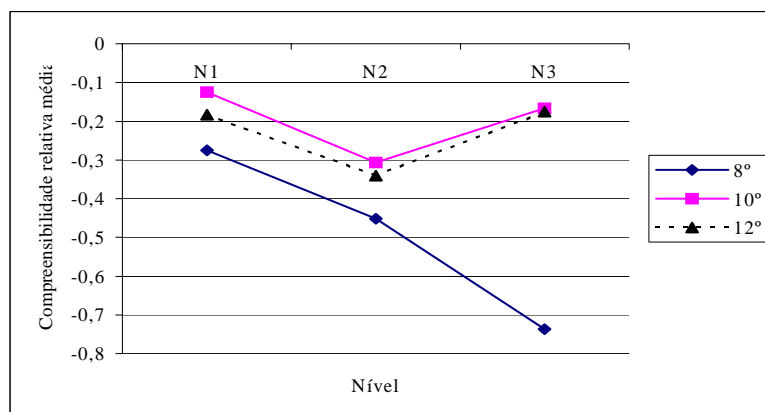


GRÁFICO 1- Compreensibilidade relativa média por nível e por ano de escolaridade

Verifica-se que o nível de explicação causal influencia a compreensibilidade dos alunos do 8º ano de escolaridade ( $F= 5,703$ ,  $p=0,004$ ). Esta diminui à medida que o nível de explicação causal aumenta (gráfico 1). Parece que os alunos são sensíveis às dificuldades de compreensão de explicações causais completas e complicadas. Porém são menos sensíveis a explicações causais muito simples e superficiais. Curiosamente, é no nível 3 que se regista um aumento do número de perguntas formuladas por estes alunos, conforme se pode verificar na tabela 2. Podemos, pois, levantar a hipótese de ser esta uma das razões pelas quais os alunos formulam mais perguntas. O grau de compreensibilidade pode ser um mecanismo gerador de questões. Ao utilizarem-se explicações causais mais completas, introduzem-se termos, conceitos e/ou princípios desconhecidos ou de difícil compreensão para os alunos mais novos.

A influência do nível de aprofundamento de explicação causal na compreensibilidade apresenta um comportamento muito semelhante no 10º e 12º anos de escolaridade. Os alunos destes dois anos de escolaridade pontuam igualmente os níveis 1 e 3. Feita a análise de variância ANOVA, concluímos que o nível de aprofundamento de explicação causal não influencia a compreensibilidade destes alunos ( $F= 1,144$ ;  $p= 0,321$  e  $F= 1,153$ ;  $p= 0,319$ ) respectivamente para o 10º e 12º anos). No entanto, o número de perguntas, apresenta um decréscimo nos últimos níveis de explicação (tabela 2) nestes dois anos de escolaridade.

TABELA 2- Número de perguntas relacionadas com as frases-chave em ambos os textos

	Nível 1	Nível 2	Nível 3
8º Ano	67	57	86
10º Ano	87	58	69
12º Ano	47	55	24
$\chi^2 = 28,79$ ; $p = 0,00001$			

Verifica-se (tabela 2) que as perguntas se distribuem de forma muito diferente pelos três níveis de explicação causal ( $\chi^2 = 28,79$ ;  $p = 0,00001$ ). Os alunos do 8º ano de escolaridade fazem mais perguntas quanto mais profundo é o nível de explicação ( $\chi^2 = 6,19$ ;  $p = 0,045$ ). Os alunos do 10º e 12º ano de escolaridade fazem mais perguntas quanto menos profundo é o nível de explicação ( $\chi^2 = 6,01$ ;  $p = 0,049$ , para o 10º ano e  $\chi^2 = 12,33$ ;  $p = 0,002$ , para o 12º ano).

Parece, assim, que os alunos com mais conhecimentos, fazem mais perguntas sobre as explicações de nível mais baixo. Os alunos com poucos conhecimentos fazem mais perguntas sobre as explicações de nível alto, possivelmente porque para eles são desconhecidos os termos ou os conceitos usados na explicação. Ou seja, os alunos do nível de escolaridade mais baixo parece que ficam satisfeitos com uma explicação superficial dos fenómenos, enquanto que uma explicação mais completa lhes cria mais problemas e, então, formulam maior número de questões perante essas explicações mais profundas. Poderemos portanto, talvez, concluir que, de um modo geral, os alunos não são sensíveis ao nível de aprofundamento da explicação causal sempre que compreendem as expressões e os princípios usados na explicação causal.

Segundo Graesser, *et al.* (1996), as questões de antecedente causal parecem estar relacionadas com o facto de os sujeitos expandirem os seus conhecimentos através de inferências causais, tendo como objectivo a construção de representações coerentes dos eventos. Os alunos que apresentam este tipo de estratégia revelam um estágio metacognitivo de bom nível. Gerar uma questão pressupõe identificar uma anomalia. Isto pode ser feito apenas por comparação entre informação do texto e expectativas geradas pelo próprio leitor. Esta actividade de inferência sobre antecedentes causais pode ser responsável pela geração de expectativas e, por conseguinte, desencadear questões de antecedente causal. Os alunos do nosso estudo revelaram-se processadores activos na busca de informação sobre o significado dos textos científicos (Graesser, Singer e Trabasso, 1994), tentando explicar porque é que ocorrem os acontecimentos ou fenómenos neles descritos e foram capazes de formularem questões causais. Contudo, não poderemos afirmar que, em geral, os alunos apresentem sempre este tipo de comportamento, desde que lhes sejam proporcionadas condições para o fazerem. Generalizações destes resultados devem ser feitas com cautela pois a actuação dos estudantes em situações académicas pode ser bastante diferente de quando estão em situação experimental onde lhes é atribuído um pequeno texto para lerem.

De qualquer modo, é de toda a pertinência insistir na consciencialização dos professores para a importância do desenvolvimento de destrezas metacognitivas, nomeadamente proporcionando situações e estimulando a formulação de perguntas. Também, aquando da feitura de textos, os professores devem ter em atenção a necessidade de incluir explicações causais de forma aceitável para os estudantes, tendo em atenção os padrões de raciocínio causal dos alunos em função do seu nível etário. De uma maneira geral, deverá ser dada uma maior valorização a actividades que promovam a capacidade de compreensão de textos e a estratégias que estimulem a consciencialização dos alunos para as suas dificuldades e que incentivem e desenvolvam o accionar de mecanismos para as detectar e, em seguida, as ultrapassar.

## ANEXO

### TEXTOS UTILIZADOS E FRASES-CHAVE E DE CONTROLO

#### As Nuvens

##### Nível 1

A maioria das pessoas pensa que as nuvens são constituídas por vapor de água. Mas isso não é verdade, porque se assim fosse elas seriam transparentes e não as veríamos.

A água que uma nuvem contém está na forma de minúsculas gotículas. **A cor branca das nuvens é devida aos raios de luz do Sol que incidem sobre as gotículas.** Estas gotículas, devido à fricção do ar caem muito lentamente. Se no ar existir vapor de água suficiente as gotículas aumentam de tamanho. **Quando aumentam de tamanho a sua velocidade de queda aumenta.**

##### - Nível 2

###### Frase 1:

“A cor branca das nuvens é devida às gotículas que reenviam os raios de luz do Sol em diferentes direcções”

###### Frase 2:

“Quando aumentam de tamanho, o peso das gotículas aumenta e portanto a sua velocidade de queda aumenta”

##### - Nível 3

###### Frase 1:

“A cor branca das nuvens é devida a que as gotículas reflectem e refractam os raios de luz do Sol em diferentes direcções”

###### Frase 2:

“Quando aumenta de tamanho o peso das gotículas aumenta mais que a resistência do ar e, portanto, a sua velocidade de queda aumenta”

##### - Frase de Controlo

“A água que uma nuvem contém está na forma de minúsculas gotículas”

## Oxigénio dissolvido

### Nível 1

Alguns gases, como o oxigénio, o azoto, o dióxido de carbono e o amoníaco, são solúveis em líquidos. É a solubilidade do oxigénio na água que permite que os peixes respirem. Em certas ocasiões a água pode ser contaminada. **A contaminação com compostos orgânicos faz com que o oxigénio dissolvido na água diminua.** Como consequência os peixes morrem por asfixia. Isto sucede apesar de viverem em água, cuja molécula,  $H_2O$ , tem oxigénio na sua composição. **Os peixes não são capazes de romper a molécula de água e de conseguirem este oxigénio.**

#### - Nível 2

##### **Frase 1:**

“A contaminação com compostos orgânicos faz com que alguns microorganismos utilizem o oxigénio dissolvido na água, fazendo com que este oxigénio diminua”

##### **Frase 2:**

“Os peixes não são capazes de romper a molécula de água e conseguirem este oxigénio, porque o átomo de oxigénio está unido aos átomos de hidrogénio por ligações fortes”

#### - Nível 3

##### **Frase 1:**

“A contaminação com compostos orgânicos faz com que alguns microorganismos decomponham estes compostos utilizando para esta actividade o oxigénio dissolvido na água, fazendo com que este oxigénio diminua”

##### **Frase 2:**

“Os peixes não são capazes de romper a molécula de água e conseguirem este oxigénio, porque o átomo de oxigénio está unido aos átomos de hidrogénio por ligações que necessitam de uma grande quantidade de energia para se romperem”

#### - Frase de controlo

“Alguns gases, como o oxigénio, o azoto, o dióxido de carbono e o amoníaco, são solúveis em líquidos”

## REFERÊNCIAS

- BAKER, L. (1979). Comprehension monitoring: identifying and coping with text confusions. *Journal of Reading Behavior*, **XXI** (4), 365-374.
- BROWN, A. BRANSFORD, FERRARA e CAMPIONE (1983). Learning, remembering, and understanding. In J. H. Flavell and E. M. Markman (Eds.), *Handbook of child psychology. Cognitive Development*, **3**, 515-529. New York: Wiley.
- CALDEIRA, M. H., COSTA, J., GALLÁSTEGUI, J. R. e OTERO, J. (1997). *Análisis de las preguntas sobre un texto científico generadas en tareas de diferente exigencia*. Comunicação apresentada ao V Congresso Internacional sobre Investigación en la Didáctica de las Ciencias, 10-13 de Setembro, Universidade de Murcia.
- CHI, M. T. H., BASSOK, M., LEWIS, M., REIMAN, P. e GLASER, R. (1989). Self-explanation: How students study and use examples in learning to solve problems. *Cognitive Science*, **13**, 145-182.
- COSTA, J. J. (1997). *Estudo sobre capacidades metacognitivas nas aulas de física através da formulação de perguntas*. Tese de Mestrado. Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra.
- COSTA, J., CALDEIRA, H., GALLÁSTEGUI, J. R. e OTERO, J. (1999). An analysis of question asking on scientific texts explaining natural phenomena (aceite para publicação no *Journal of Research in Science Teaching*).
- DILLON, J. T. (1986). Student questions and individual learning. *Educational Theory*, **36** (4), 333-341.
- DILLON, J. T. (1988). The remedial status of student questioning. *Journal of Curriculum Studies*, **20**, 197-210.
- GAVELECK, L. e RAPHAEL, T. (1985). Metacognition, instruction, and the role of questioning activities. In Forrest-Pressley, D., MacKinnon, G. e Waller, T. (Eds.), *Metacognition, cognition and human performance*. Academic Press
- GRAESSER, A. C., BAGGETT, W. e WILLIAMS, K. (1996). Question-driven explanatory reasoning. *Applied Cognitive Psychology*, **10** (435), 1-15.
- GRAESSER, A. C. e PERSON, N. (1993). Question asking during tutoring. *American Educational Research Journal*, **31** (1), 104-137.
- GRAESSER, A. C., McMAHEN, C. L. e JOHNSON, B. K. (1994). Question asking and answering. *Handbook of Psycholinguistics*, 517-538.
- GRAESSER, A. C., PERSON, N. K. e HUBER, J. (1992). Mechanisms that generate questions. In T. W. Lauer e E. Peacock (Eds.), *Questions and Information Systems*, 2-23. Hillsdale, N. J.: Lawrence Erlbaum Associates, Publishers.
- GRAESSER, A. C. e McMAHEN, C. (1993). Anomalous information triggers questions when adults solve quantitative problems and comprehend stories. *Journal of Educational Psychology*, **85** (1), 136-151.
- GRAESSER, A. C., SINGER, M. e TRABASSO, T. (1994). Constructing inferences during narrative text comprehension. *Psychological Review*, **3**, 371-395.
- KLAHR, D. e DUNBAR, K. (1988). Dual search space during scientific reasoning. *Cognitive Science*, **12**, 1-48.
- MARKMAN, E. (1979). Realizing that you don't understand: Elementary school children's awareness of inconsistencies. *Child Development*, **50**, 643-655.
- MEICHENBAUM, D. (1977). Cognitive behavior modification. In S. Chipman, J. Segal e R. Glaser (Eds.), *Thinking and learning skills: Current research and open question*, **2**. Hillsdale, N. J.: Erlbaum.
- MILLIS, K. K., MORGAN, D. E. GRAESSER, A. (1990). The influence of knowledge based inferences on the reading time of expository texts. In A.C. Graesser & G.H. Bower

- (eds.), *The Psychology of Learning and Motivation*, 197-212. New York: Academic Press.
- MIYAKE, N. e NORMAN, D. (1979). To ask a question, one must know enough to know what is not known. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, **18**, 357-364.
- OLSON, G. M., DUFFY, S. e MACK, R. (1985). Question-asking as a component of text comprehension. In A. Graesser e J. B. Black (Eds.), *The Psychology of Question*, 219-226. Hillsdale, N. J. Lawrence Erlbaum.
- OTERO, J. (1990). Variables cognitivas y metacognitivas en la comprensión de textos científicos: el papel de los esquemas y el control de la propia comprensión. *Enseñanza de las Ciencias*, **8** (1), 17-22.
- PALINCSAR, A. e BROWN, A. (1984). The reciprocal teaching of comprehension fostering and comprehension monitoring activities. *Cognition and Instruction*, **1**, 117-175.
- PERSON, N. K., GRASSER, A., MAGLIANO, J. e KREUZ, R. (1994). Inferring what the student knows in one-to-one tutoring: the role of student questions and answers. *Learning and Individual Differences*, **6** (2), 205-229.
- PRESSLEY, M., GHATALA, E., WOLOSHYN, V. e PIRIE, J. (1990). Sometimes adults miss the main ideas and do not realize it: Confidence in responses to short-answer and multiple-choice comprehension question. *Reading Research Quarterly*, **25**, 232-249.
- REINSBECK, C. (1988). Are questions just function calls?. *Questioning Exchange*, **2**, 17-24.
- SCHANK, R. (1986). *Explanation patterns: Understanding mechanically and creatively*. Hillsdale, N. J.: Erlbaum.
- STERNBERG, R. J. (1977). *Intelligence, information processing, and analogical reasoning: the componential analysis of human abilities*. Hillsdale: Erlbaum.