

Morais, C., Almeida, C., & Dias, P. (2000). Interacção e aprendizagem de conceitos numéricos complexos. In C. Monteiro, F. Tavares, J. Almiro, J. Ponte, J. Matos & L. Menezes (Orgs.), *Interacções na aula de Matemática*, pp. 107-114. Viseu: Sociedade Portuguesa de Ciências da Educação–Secção de Educação Matemática.

## INTERACÇÃO E APRENDIZAGEM DE CONCEITOS NUMÉRICOS COMPLEXOS

Carlos Morais

*Escola Superior de Educação de Bragança*

Conceição Almeida

Paulo Dias

*Instituto de Educação e Psicologia da Universidade do Minho*

### Introdução

No contexto educativo actual o termo interacção é um dos mais utilizados. Referem-se como principais formas de interacção a interacção um para um, um para muitos ou, ainda, interacção de muitos para muitos. Qualquer dessas formas pressupõe a reciprocidade das relações humanas, bem como o acto de comunicar.

Atendendo a que o conceito de interacção é demasiado abrangente e pode admitir diversas interpretações põe-se a questão de saber que tipo de interacção e que grau de interacção deve ser fomentada numa aula de matemática. A resposta a esta questão não parece ser fácil. No entanto, somos de opinião que tanto o tipo como o grau de interacção a promover deve ter sempre como principais pressupostos os objectivos a atingir nessa aula, bem como as estratégias a implementar para atingir tais objectivos.

Nesta reflexão vamos referir os conteúdos do tema Números e Cálculo do programa de Matemática do 3º Ciclo do Ensino Básico cuja aprendizagem foi considerada, por uma amostra de professores e de alunos, de complexidade elevada, bem como fazer referência a possíveis estratégias de aprendizagem para abordar tais conteúdos. De entre as estratégias que possam facilitar a representação e construção do conhecimento pensamos que são de extrema importância as que têm como suporte as tecnologias de informação, pois, como refere Dias et al. (1998: 19) "uma das mais profundas e significativas revoluções em curso na comunicação educacional está a ser operada através dos produtos e ambientes desenvolvidos a partir das tecnologias interactivas como os sistemas multimédia e hipermédia".

### Interacção na sala de aula

A expressão interactividade está a ser usada, segundo Jaspers (1991), para uma grande variedade de formatos educacionais. O formato de ensino no qual o aluno é passivo (senta-se em silêncio e espera que o professor exponha a matéria) é oposto a formatos no qual o aluno é activo (toma parte nas decisões, escolhe tópicos de discussão, põe questões, procura informação em diversas fontes). Quer nos modos activos, quer nos passivos o aluno presta

atenção, lembra, compara e opera sobre velho e novo conhecimento. Essas reacções dos alunos ou outras, como sejam ouvir rádio, ver televisão ou efectuar jogos no computador, também poderão ser chamadas de interactivas.

A questão da interactividade num determinado contexto, não se põe em termos de existir ou de não existir, mas em termos de grau, isto é, a preocupação deve residir no facto de saber se a acção a realizar, ou o meio a utilizar são mais ou menos interactivos.

Assim, para medirmos o grau de interactividade na relação entre o aluno e o ambiente de aprendizagem ou entre outros intervenientes no processo de ensino e aprendizagem precisaremos de convencionar o que se entende por interactividade mínima e interactividade máxima dessa relação e em seguida convencionarmos os graus intermédios de interactividade.

Os acontecimentos relativos ao processo de ensino e aprendizagem que ocorrem na sala de aula são muitos e diversificados que segundo Novak e Gowin (1996: 28), são influenciados pelos estudantes, pelos materiais educativos, pelos professores, pelo clima social da escola e da comunidade, e por um grande número de interacções entre eles, variáveis com o tempo.

A sala de aula pode ser entendida como um espaço físico e temporal no qual a aprendizagem deve ser fomentada. Neste sentido, Crook (1998) refere que as aulas são os lugares onde se organiza explicitamente a aprendizagem. O modo como se orienta o processo de aprendizagem e como se gerem as interacções são questões centrais da estratégia de ensino de cada professor.

Assumindo a grande importância que têm tido os ambientes de sala de aula tradicionais pensamos que é necessário repensá-los e introduzir neles novas fontes de conhecimento. Mas para que a aprendizagem tenha lugar é fundamental atender ao modo como é feito o acesso ao conhecimento, como se partilha e como se constrói o novo conhecimento.

A ideia de que o professor possui um mini armazém de sabedoria acumulada, para transferir nas aulas aos seus alunos, já está ultrapassada e definitivamente abandonada. Se virmos o professor, não como um sábio, mas como um orientador credível, situado ao lado do aluno teremos de propor para o ambiente de sala de aula novas formas de acesso ao conhecimento.

Hoje, mais do que nunca, o principal pilar de desenvolvimento da sociedade assenta no acesso a grandes fluxos de informação e na sua utilização. Esta informação tem como veículo privilegiado os serviços suportados pela internet. Neste sentido, louvamos o esforço que tem sido feito, principalmente pelo Ministério da Ciência e Tecnologia, no sentido de fazer chegar a internet a todas as escolas e defendemos que este esforço seja continuado até que o acesso a esses serviços seja possível em qualquer sala de aula.

Defender a introdução generalizada de recursos suportados pelas tecnologias de informação (informática, vídeo, telemática e uso de CD ROMs) implica como referem Morais e al. (1998) que se identifiquem domínios onde a sua utilização seja necessária e desejável, bem como o conhecimento de que o uso de tais recursos proporciona ambientes de aprendizagem mais ricos do que aqueles que tradicionalmente são utilizados.

A disponibilização de meios informáticos e de ligações a fontes de informação, bases de dados e outras poderão ser um bom caminho para que o acesso ao conhecimento tenha lugar em plena aula, tanto pelo professor como pelos alunos.

A partir do momento em que exista reciprocidade entre a informação que constitui o objecto de estudo na sala aula e a complementaridade dessa informação nas diferentes fontes de conhecimento existentes no exterior da sala, o professor terá mais possibilidades de promover a interacção entre os intervenientes presentes fisicamente na sala e, entre estes e a comunidade em geral. Esta partilha de conhecimento entre vários intervenientes poderá interagir com o conhecimento dos alunos e contribuir para que a produção de novo conhecimento tenha lugar.

A aprendizagem é, segundo Bednar e al. (1992), um processo activo no qual o significado é desenvolvido na base da experiência, acrescentando que o crescimento conceptual vem da partilha de muitas perspectivas e da simultânea mudança das nossas representações internas em resposta a essas perspectivas, assim como através da experiência cumulativa. Assim, a aprendizagem deve ser situada num contexto rico que reflecta contextos do mundo real para que o processo construtivo ocorra e se transfira para ambientes para além da escola ou do treino na sala de aula.

O aparecimento do computador e de sistemas interactivos, tais como programas de simulação, hipertexto, bases de dados, vídeo interactivo e outros contribuem para que o aluno se torne cada vez mais emancipado do controlo da escola, do professor e das próprias orientações curriculares podendo assim, ser mais autónomo e promotor da sua auto - formação.

O computador e as tecnologias por ele suportadas podem contribuir para dar corpo a novos paradigmas educacionais que, de acordo com Reigeluth e Squire (1998), deverão proporcionar entre outros aspectos os seguintes: o aluno deve continuar a trabalhar na tarefa até atingir um nível elevado de realização, ter mais iniciativa e responsabilidade na sua aprendizagem, testar uma diversidade de métodos para suportar a sua aprendizagem e trabalhar tanto em grupo como individualmente e, o professor deve ser mais um guia do lado do que um sábio no palco.

A rede de telecomunicações via internet oferece, segundo Trentin (1997), acesso a uma surpreendente quantidade de informação armazenada num imenso número de computadores ligados a um servidor de rede. Esta informação varia desde material bibliográfico (catálogos, artigos, livros e documentação em geral) a multimédia e tudo o que possa ser transmitido digitalmente. Com estes meios o aluno deve desenvolver habilidades e a tendência para suprir automaticamente as suas próprias necessidades de aprendizagem, assim, a grande tarefa do professor será a de ensinar os alunos a usar a quantidade de informação disponível na rede, localizar as fontes de informação mais adequadas e decidir da credibilidade da informação consultada.

A interacção interpessoal deve continuar a ter um papel de destaque no ambiente de sala de aula, mas com a generalização e potencialidades das tecnologias de informação e comunicação podemos melhorá-la e fomentá-la, principalmente, através do desenvolvimento de actividades colaborativas que envolvam a escola e a comunidade em que se insere.

De acordo com Laszlo e Castro (1995), o processo educacional deve enfatizar o desenvolvimento das nossas capacidades para aprender. Por outro lado, tendo em vista produzir aprendizes, devemos ver o conhecimento e as habilidades como meios através dos quais se exercitam e aumentam competências de aprendizagem.

No ambiente familiar, o aluno aprende a reconhecer as vozes e a distinguir ocasiões apropriadas para se expressar, iniciando de forma gradual o hábil e compartilhado processo de diálogo (Lipman, 1998: 61) e na educação formal retoma a iniciação à conversação e acrescenta às características referidas os hábitos morais e intelectuais adequados à conversação que caracteriza a expressão humana. Aprender, no sentido que se costuma assumir na instituição escolar supõe, segundo Carretero (1997), não só a aquisição de conhecimentos, mas também a sua manutenção, automatização e generalização a um amplo conjunto de situações.

Do ponto de vista construtivista da cognição, segundo Bednar e al. (1992), a aprendizagem é um processo construtivo no qual o aluno constrói uma representação interna do conhecimento e uma interpretação pessoal da experiência. Esta representação é constantemente aberta à mudança, sendo as suas estruturas e ligações as bases às quais outras estruturas do conhecimento são indexadas.

A principal posição construtivista é, segundo Sutherland (1996), que o aluno forma a sua própria versão da realidade a partir das suas próprias experiências, que lhes são peculiares. As estratégias de aprendizagem do próprio aluno e as que ele dominou devem ser fundamentais para o ensino e os professores devem ter conhecimento dessas estratégias e desenvolvê-las, tendo em conta que cada aluno tem o seu próprio padrão de aprendizagem diferente de todos os outros.

Os professores devem utilizar as estratégias iniciais dos alunos em vez de lhes imporem outras mais formais e ter a preocupação de fomentar uma aprendizagem real e duradoura, em vez de se limitarem a administrar os programas recomendados, independentemente dos alunos estarem ou não a aprender.

As estratégias pessoais que orientam o desempenho da actividade docente baseiam-se nas nossas preferências por algumas teorias, que muitas vezes consideramos como opostas de outras, no entanto, a selecção das estratégias a adoptar deve ter sempre presente a crença pessoal sobre a natureza da aprendizagem e os conceitos das teorias consistentes com essas crenças.

Nesse sentido acreditamos que as estratégias suportadas pelas teorias construtivistas e que recorram a tecnologias interactivas mediadas por computador fomentam no aluno a capacidade de pensar por si mesmo e de cultivar a sua própria compreensão do mundo, construindo as suas concepções sobre a classe de pessoa que quer ser e o tipo de mundo em que quer viver.

## Conteúdos Numéricos de Complexidade Elevada

Elaboramos um estudo com o objectivo de identificar conceitos numéricos cuja aprendizagem é de complexidade elevada. A partir do conhecimento desses conteúdos, propomos desenvolver uma nova fase do estudo, na qual serão implementadas estratégias de aprendizagem com recurso a tecnologias interactivas mediadas por computador, no sentido de contribuírem para a diminuição dessa complexidade.

Os conteúdos, cuja aprendizagem foi considerada de complexidade elevada, que vamos referir foram seleccionados através das respostas de uma amostra de alunos e professores a um questionário com 66 itens que pretendeu cobrir todos os conteúdos do tema Números e Cálculo do programa de Matemática do 3º Ciclo do Ensino Básico.

A amostra de 71 professores constitui 68,9 % dos professores de Matemática das Escolas Secundárias e EB23/S do distrito de Bragança, no ano lectivo de 1997/98.

A amostra de alunos foi constituída por 727 alunos (16,9 % da população) dos 7º, 8º e 9º anos de escolaridade das referidas escolas, sendo 238 de 7º ano, 249 de 8º ano e 240 de 9º ano.

Os indicadores de complexidade na aprendizagem detectados por este estudo foram obtidos no contexto escolar. Os alunos dos 7º, 8º e 9º anos preencheram os questionários no ambiente de sala de aula e os professores na sala de reuniões de grupo, da escola de cada um. Pensamos que estes indicadores permanecem válidos para contextos idênticos aquele onde foram obtidos, isto é, no espaço (sala de aula ou de reuniões), no nível de escolaridade dos alunos e grupo disciplinar dos professores e no tempo lectivo (depois de terem sido leccionados, a todas as turmas em estudo, os conteúdos questionados).

Tendo presente a referida contextualização, um dos objectivos que precedeu a selecção dos conteúdos, cuja aprendizagem é de complexidade elevada, prende-se com a necessidade de desenvolver estratégias de ensino e aprendizagem que possam proporcionar a diminuição da complexidade na aprendizagem de cada conceito e facilitar a sua aquisição e compreensão.

Referem-se em seguida os conteúdos cuja aprendizagem foi considerada de complexidade elevada que fazem parte do tema Números e Cálculo do programa de Matemática do 3º Ciclo do Ensino Básico, bem como as percentagens de professores e de alunos que procedeu a tal classificação.

No programa de 7º ano, os conteúdos que os professores consideraram de complexidade mais elevada foram:

- resolução de problemas usando equações (95,8 %),
- potências de números racionais (77,5 %),
- simplificação de expressões com letras (77,5 %),
- divisão de números racionais (76,1 %),
- equações com parênteses (70,4 %).

No mesmo programa, os alunos consideraram de complexidade mais elevada os conteúdos:

- resolução de problemas usando equações (30,7 %),
- potências de números racionais (28,6 %),
- potências (24,4 %),
- equações do tipo  $ax = b$  (23,5%),
- divisão de números racionais (23,5 %).

Donde, os conteúdos que foram simultaneamente considerados de complexidade elevada, tanto pelos professores como pelos alunos foram: resolução de problemas usando equações, potências de números racionais e divisão de números racionais.

No programa de 8º ano, os professores consideraram que os conteúdos de complexidade mais elevada são:

- resolução de problemas usando equações de 2º grau (90,1 %),
- casos notáveis da multiplicação de polinómios (87,3 %),
- factorização de polinómios (85,9 %),
- aplicações da factorização de polinómios (85,9 %),
- equações incompletas de 2º grau (85,9 %).

Os alunos, no mesmo programa de 8º ano, consideraram como conteúdos de complexidade mais elevada os seguintes:

- resolução de problemas usando equações de 2º grau (46,2 %),
- aplicações da factorização de polinómios (37,7 %),
- multiplicação de um monómio por um polinómio (36,1 %),
- equações incompletas de 2º grau (34,1 %),
- factorização de polinómios (32,9).

Portanto, os conteúdos que foram simultaneamente considerados de complexidade elevada quer pelos professores quer pelos alunos foram: resolução de problemas usando equações de 2º grau, equações incompletas de 2º grau, factorização de polinómios e aplicações da factorização de polinómios.

No programa de 9º ano, os professores consideraram que os conteúdos de complexidade mais elevada são:

- resolução de problemas usando equações de 2º grau (93,0 %),
- resolução de problemas usando inequações (88,7 %),
- resolução de problemas usando sistemas de equações (83,1 %),
- conjuntos definidos por condições (77,5 %),
- equações incompletas de 2º grau (50,7 %).

Os alunos, no programa de 9º ano, consideraram que os conteúdos de complexidade

mais elevada são:

- resolução de problemas usando equações de 2º grau (43,3 %),
- resolução de problemas usando inequações (40,0 %),
- resolução de problemas usando sistemas de equações (38,3 %),
- conjuntos definidos por condições (29,2 %),
- equações completas de 2º grau (26,2 %).

Assim, os conteúdos classificados de complexidade elevada, tanto pelos professores como pelos alunos foram: resolução de problemas usando equações de 2º grau, resolução de problemas usando inequações, resolução de problemas usando sistemas de equações e conjuntos definidos por condições.

Para além dos conteúdos referidos que obedeceram ao seguinte critério de selecção: a) seleccionar os cinco conteúdos considerados mais complexos pelos alunos de 7º ano, pelos alunos de 8º ano e pelos alunos de 9º ano, surgindo assim três conjuntos de cinco conteúdos cada; b) seleccionar os cinco conteúdos considerados mais complexos, pelos professores nas matérias de 7º ano, 8º ano e de 9º ano, construindo desta forma mais três conjuntos de cinco conteúdos cada; c) seleccionar os conteúdos de complexidade elevada comuns a professores e alunos por cada ano de escolaridade.

Para além dos conteúdos referidos salientamos, por serem considerados por mais de 50% dos professores como conteúdos cuja aprendizagem é de complexidade elevada, os seguintes:

- no programa de 7º ano: potências (64,8 %); raiz cúbica (59,2 %); expressões com variáveis (64,8 %); subtração de números inteiros relativo (53,5 %); adição de números racionais (64,8 %) e utilização de parênteses (60,6 %);
- no programa de 8º ano: multiplicação de um monómio por um polinómio (59,2 %); equações literais (62,0 %); multiplicação de polinómios (66,2 %); lei do anulamento do produto (63,4 %) e aplicação da lei do anulamento do produto (64,8 %);
- no programa de 9º ano: resolução gráfica de sistemas (64,8 %).

É de salientar que na classificação realizada pelos alunos não existiu grande convergência de opiniões relativamente à complexidade elevada dos conteúdos, porque mesmo os conteúdos que foram considerados mais complexos não tiveram opinião favorável de mais do que 30,7 % das opiniões dos alunos de 7º ano, 46,2 % das opiniões dos alunos de 8º ano e 43,3 % das opiniões dos alunos de 9º ano, enquanto que os professores identificaram os conteúdos mais complexos com 95,8% de opiniões no 7º ano, 90,1 % no 8º ano e 93,0 % no 9º ano.

O assunto resolução de problemas envolvendo equações foi considerado quer pelos professores quer pelos alunos de todos os anos curriculares envolvidos neste estudo, como aquele cuja aprendizagem é de complexidade mais elevada. Assim, reflectir sobre quais serão as estratégias mais adequadas para promover a aprendizagem desses conteúdos e conse-

quentemente diminuir a sua complexidade é uma meta a atingir no processo de ensino e aprendizagem da Matemática.

As estratégias de ensino devem contribuir para que os conceitos de complexidade elevada se transformem em conceitos de complexidade reduzida, tornando-os deste modo mais acessíveis e de mais fácil aprendizagem. Tornar a aquisição e compreensão de conhecimentos facilitada é sinónimo de crescer e fazer crescer, pois como afirma, Machado (1997: 13) acerca do conhecimento, "trata-se de um bem que, quanto mais vendo, dou ou empresto, mais ele permanece comigo". O mesmo autor, ainda refere que, conhecimento sonogado, que se omite ou se esconde, para além de não aumentar o seu valor, rapidamente perde o sentido.

Atendendo aos resultados deste estudo podemos inferir que o tema resolução de problemas continua a ser um tema da maior actualidade. Pelo que a procura de estratégias que fomentem a interacção na sala de aula e de novos cenários de ensino e aprendizagem continuam a ser um desafio para que a resolução de problemas se torne um conteúdo atractivo e motivante.

#### Bibliografia

- Bednar, A., Cunningham, D., Duffy, T. e Perry, J. (1992). Theory into Practice: How do You Link. In Thomas M. Duffy e David H. Jonassen (Eds.). *Constructivism and the Technology of Instruction – A Conversation*. Hillsdale, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates, Publishers.
- Carretero, M. (1997). *Construtivismo e Educação*. Porto Alegre: Artes Médicas.
- Crook, C. (1998). *Ordenadores y Aprendizaje Colaborativo*. Madrid: Ministério de Educación y Cultura, Ediciones Morata, S. L.
- Duffy, T. e Jonassen, D. (1992). *Constructivism: New Implications for Instructional Technology*. In Thomas M. Duffy e David H. Jonassen (Eds.). *Constructivism and the Technology of Instruction – A Conversation*. Hillsdale, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates, Publishers.
- Dias, P., Gomes, M. e Correia, A. (1998). *Hipermédia & Educação*. Braga: Edições Casa do Professor.
- Laszlo, A. e Castro, K. (1995). *Technology and Values: Interactive Learning Environments for Future Generations*. *Educational Technology: Volume XXXV (2)*. pp. 7 - 13.
- Jaspers, F. (1991). *Interactivity or Instruction?*. *Educational Technology, XXXI (3)*, pp. 21 - 24.
- Lipman, M. (1998). *Pensamiento Complejo y Educación*. Madrid: Ediciones de la Torre.
- Lynch, W. (1990). *Social Aspects of Human-Computer Interaction*. *Educational Technology, XXX (4)*, pp. 26 - 31.
- Machado, N. (1997). *Qualidade na Educação: o óbvio e o obscuro*. In Comissão organizadora do ProfMat 97 - Associação dos Professores de Matemática. *Actas do ProfMat 97*, pp. 3 -14. Lisboa: APM.
- Morais, C., Almeida, C. e Dias, P. (1998). *Complexidade na Aprendizagem de Conceitos Numéricos*. In Comissão organizadora do ProfMat 98 - Associação dos Professores de Matemática. *Actas do ProfMat 98*, pp. 167 - 174. Lisboa: APM.
- Novak, J. e Gowin, D. (1996). *Aprender a Aprender*. Lisboa: Plátano Edições Técnicas.
- Reigeluth, C. e Squire, K. (1998). *Emerging Work on the New Paradigm of Instructional Theories*. *Educational Technologist, July-August 1998*, pp. 41 - 47.
- Sutherland, P. (1996). *O Desenvolvimento Cognitivo Actual*. Lisboa: Instituto Piaget.
- Trentin, G. (1997). *Logical Communication Structures for Network - Based Education and Tele-Teaching*. *Educational Technology: Volume XXXVII (4)*. pp. 19 - 25.