

AS TIC E A CONSTRUÇÃO DUMA (NOVA) CULTURA MATEMÁTICA

ISABEL CABRITA
EUGÉNIA CORREIA
Universidade de Aveiro

INTRODUÇÃO

O projecto que pretendemos desenvolver na Universidade de Aveiro, no âmbito da Unidade de Investigação Didáctica e Tecnologia na Formação de Formadores, enquadra-se na perspectiva de desenvolvimento da investigação em Educação Matemática através, principalmente, da exploração das Tecnologias da Informação e da Comunicação como suporte de estratégias inovadoras de Formação Inicial de professores, potenciadores de uma nova cultura matemática e tecnológica.

Persegue como finalidade última conceber, desenvolver e avaliar estratégias e metodologias inovadoras de formação inicial de professores, nomeadamente sustentadas por abordagens laboratoriais, (recentemente) reconhecidas como uma forma de obter aprendizagens matemáticas significantes, facilitadoras da construção de uma nova cultura matemática.

LÓGICA DO PROJECTO

A lógica do projecto teve em conta a conjugação de duas ordens de razões. Uma delas, de índole mais pragmática, prende-se com o reforço dos recursos humanos e com a disponibilidade institucional em encontrar espaços adequados ao desenvolvimento de um tal projecto até aqui inexistentes, o que certamente condicionava as actividades de investigação e de formação no âmbito da Educação Matemática.

O segundo feixe de razões assenta em quatro argumentos principais¹:

i) A incontestável importância de uma sólida Educação Matemática (e Tecnológica) que contribua, em última análise, para melhorar a qualidade de vida de todos os cidadãos, a qual depende, fortemente, duma resolução atempada e eficaz da multiplicidade de problemas e situações problemáticas com que se confrontam diariamente, numa sociedade da comunicação, do conhecimento e altamente tecnológica que evolui a um ritmo alucinante (Carvalho e Silva, 1992; European Round Table [ERT], 1997; Missão para a Sociedade de Informação, 1997; NCTM, 1989/1991; Niss, 1992).

ii) A manifesta dificuldade da escola, por motivos os mais variados, em contribuir para a construção, a partir dos níveis mais elementares de escolaridade, duma cultura tecnológica que não se quer somente lúdica ou tecnicista (só acessível a informáticos), e duma cultura matemática, que não se quer instrumental, académica e descontextualizada.

A cultura dominante é sustentada, dialiecticamente, por representações e práticas da Matemática como uma área do saber pura, abstracta, imutável, só acessível a génios, sinónima de cálculo, desligada do real, ... Em pouco contribui para a formação de cidadãos não só atentos às realidades que os rodeiam e dotados de capacidade de adaptação, mas, muito mais do que isso, possuidores dum espírito aberto, autónomos, confiantes, decididos, capazes de integrar informação provinda das mais variadas origens, capazes de fazer inflectir o rumo das transformações no sentido mais favorável (Ponte, 1997). Numa palavra, capazes de estar à vontade com a incerteza e a mudança.

iii) A nossa convicção de que o envolvimento activo e efectivo do aluno no processo de construção do conhecimento (filosofia subjacente à corrente psicológica que se tem revelado a mais promissora - construtivista) através de actividades laboratoriais o mais diversificadas e significativas possível, poderá ser

um precioso contributo para alterar a situação acima referida, numa perspectiva inovadora.

Tais actividades, criteriosamente pensadas, devem (auto-)implicar os alunos na exploração e discussão, individual ou em grupo (dual, pequeno ou grande grupo) sobre materiais e equipamentos vários, concorrente para uma mais adequada formação do cidadão e uma mais sólida modelação de conceitos, já que perspectivados segundo sistemas múltiplos de representação.

Dentre as várias hipóteses, e além dos documentos “autênticos”, scripto, scripto-visuais e audio-visuais; materiais “manipulativos”; calculadoras; videogramas, ... que aí terão lugar e certamente um papel importante a desempenhar, de destacar documentos admitindo o suporte informático. Neste âmbito, de referir não só serviços de comunicação como o correio electrónico, os grupos de discussão, a conversação em tempo real - IRC -, como as possibilidades de informação através da Web, como ainda protótipos multimédia respeitando os princípios que devem reger a sua criação na perspectiva, por exemplo de Bangert-Drowns [et al.], 1991; Bastien, 1992; Coutaz, 1990; De Corte, 1992; Dempsey, Driscoll & Swindell, 1993; Fisher, 1994; Gomes, Oliveira e Costa Pereira, 1990; Johnson & Johnson, 1993; Jonassen, 1992; Kulhavy, 1997; Landsheere, 1988; McAleese, 1993; Norman, 1986; Oliveira, 1992; Preece [et al.], 1994; Sales, 1993; Spiro [et al.], 1987; Thompson, Simonson & Hargreave, 1992. Por último de referir os documentos derivados do ensino à distância.

O desenvolvimento das referidas actividades constituem-se, então, como um espaço de reflexão sistemática, onde têm lugar o raciocínio dedutivo e indutivo, a dúvida, a demonstração, a análise, a conjectura, a refutação, a argumentação, a comunicação, através duma linguagem própria e rigorosa, não só de fenómenos intrínsecos à própria Matemática, como também provenientes doutras áreas do saber do dia-a-dia.

Nesta perspectiva: possibilitam o desenvolvimento de novas estratégias cognitivas; promovem a igualdade de oportunidades e redução da exclusão social; desenvolvem a capacidade de lidar com domínios pouco-estruturados e imprevisíveis. Por outro lado, concorrem fortemente para: a promoção do gosto pela aprendizagem ao longo de toda a vida; a criação de sentimentos de autoconfiança; um maior grau de responsabilização pelo próprio trabalho; o estabelecimento de novas relações entre os vários intervenientes; a ancoragem de laços de cooperação e interajuda; o desenvolvimento de espírito de iniciativa, persistência, curiosidade, criatividade e inovação, flexibilidade, implicação no processo de decisão, de acção e acompanhamento, profissionalismo, excelência, espírito de competição e capacidade de comunicar (Beck, 1991; Boyle & Snell, 1990; Crook, 1991; Damián, Dacosta e Pérez Cota, 1996; Duchastel, 1990; Edeline, Kinberg, Minguet, 1992; Edwards & Hardman, 1993; Golden, 1990; Jong & Joolingen, 1996; Liebhold, 1990; Macleod, 1992; Martin, 1990; Mayes, Kibby & Anderson, 1990; McAleese, 1993; Missão para a Sociedade da Informação, 1997; Preece [et al.], 1994; Schneiderman, 1992; Simpson & Macknight, 1990; Spath, 1992; Spiro [et al.] 1987, 1988, 1989, 1990, 1991, 1996).

iv) A recomendação, pelo Grupo de Trabalho para o Ensino da Matemática constituído por decisão ministerial, para que sejam criados laboratórios de matemática, em todas as escolas, até Julho de 1999, como uma das medidas essenciais para a melhoria das condições de ensino-aprendizagem nas escolas. Daí, a necessidade da “convivência” com equipamentos tecnológicos e materiais didácticos diferenciados, no âmbito da formação inicial (Missão para a Sociedade da Informação, 1997). Certamente, os futuros professores, de posse de uma nova cultura de ensino da Matemática, estarão mais aptos para conceber suportes de ensino que suscitem a experimentação e estarão mais disponíveis para gerir o trabalho de laboratório.

DESENVOLVIMENTO

É, certamente, consensual a consideração da importância de *interrelações* entre investigação, formação e inovação. Mais difícil é diminuir o fosso existente entre a teoria e a prática.

A construção de espaços e momentos que possibilitem investigações sobre métodos e processos de formação e de ensino, de aprendizagem e de avaliação em Matemática será um modo de promover o desenvolvimento do conhecimento científico na área da didáctica da Matemática.

Esses espaços justificam-se, ainda, como modo de melhoramento do processo de ensino/aprendizagem das disciplinas de educação matemática que integram os cursos de algumas licenciaturas em ensino, e cursos de Profissionalização em Serviço, melhoramento esse, reforçado pelo atendimento aos resultados da

investigação, com reflexos naturais na formação inicial e/ou contínua de professores e, conseqüentemente, nas suas práticas.

Inversamente, o conhecimento, por parte de estruturas das instituições de ensino superior, das inovações que despontam nos “terrenos educativos” e dos resultados da sua avaliação, e a recepção da informação que resulta da acção didáctica dos professores nas salas de aula trazem elementos fundamentais à investigação em didáctica.

É na confluência deste triptíco, que se situa o projecto de investigação que agora se apresenta.

A formação inicial em Educação Matemática dos professores deve, certamente, perseguir como um dos principais objectivos, concorrer para a construção duma nova cultura matemática, desde a mais tenra idade. Numa perspectiva de maestria profissional, deve contribuir para a construção de identidades profissionais que se afirmem e se impliquem na mudança das mentalidades. Uma formação de professores sustentada por competências profissionais de elevado nível taxonómico - particularmente, meios intelectuais que possibilitem a análise e avaliação dos contextos de ensino da Matemática e construção de soluções e alternativas didácticas e pedagógicas ajustadas; gestão da diversidade motivacional para a aprendizagem da Matemática; atendimento a capitais culturais, atitudes e níveis de competência matemática diferenciados; e compreensão e neutralização das causas de insucesso em Matemática - aumenta a apetência para o ensino da Matemática e, certamente, a predisposição para a inovação. Tal passa, forçosamente, por uma mudança das concepções prevalecentes do ensino da Matemática que, actualmente, continuam a sustentar o ensino de carácter expositivo, considerando o papel das “ferramentas matemáticas” como instrumentos operativos da construção do *pensamento matemático avançado* e da *imaginação criadora, habilidades gerais e destrezas*. Abordagens laboratoriais significantes, principalmente baseadas na exploração/discussão das Tecnologias da Informação e da Comunicação, poderão concorrer para a necessária mudança, numa perspectiva inovadora.

A actual situação na Universidade de Aveiro parece-nos particularmente pertinente de assinalar, já que se iniciou, no ano lectivo 1998/99, o 1º curso de Licenciatura de Professores do 1º Ciclo² no qual a Educação Matemática é uma área estratégica.

Neste contexto, propomo-nos, precisamente desenvolver uma investigação com alunos futuros professores do 1º Ciclo (Matemática) que tem como objectivo principal desenhar, implementar e avaliar uma estratégia de formação apoiada em suporte informático, como uma forma inovadora de, esses alunos, promoverem, posteriormente, aprendizagens a nível do 1º Ciclo - objecto de estudo da disciplina de Didáctica da Matemática do 3º ano do curso de Licenciatura em Ensino de Professores do 1º C.E.B., que tem a duração de 4 anos lectivos. Tais aprendizagens ancoram-se em torno de algumas unidades temáticas, das quais elegemos - sentido do número e sentido operatório; sentido espacial; padrões, relações e funções; e estatística e jogos de probabilidade.

Assim, após a criação do Laboratório, que comportará, além dos necessários equipamentos, documentos/materiais seleccionados ou eventualmente produzidos, passaremos à fase de intervenção, na qual trabalharemos o plano, previamente estruturado, com todos os alunos do 3º ano da Licenciatura em Ensino de Professores do 1º C.E.B., a frequentar a disciplina de Didáctica da Matemática. Numa fase final, seguiremos, numa perspectiva de estudo de caso, quatro alunas já em situação de prática pedagógica (4º e último ano do referido curso), a fim de avaliarmos da consecução dos objectivos formulados.

FASEAMENTO

A fim de melhor se perceber a investigação que se pretende desenvolver, explicitaremos de seguida as principais fases do seu desenvolvimento, indicando os principais instrumentos de investigação utilizados.

1ª etapa

Principal(ais) Objectivo(s)

Montar o Laboratório Aberto de Educação em Matemática, em articulação com as finalidades previstas, no âmbito da formação de professores do 1º Ciclo.

Para que seja possível a implementação de sessões de carácter laboratorial admitindo trabalho de grupo

com um número significativo de sujeitos, com recurso a equipamento informático, e para que comporte mobiliário destinado à arrumação e exposição de equipamento e material, o Laboratório requer uma sala ampla e arejada:

- com aproximadamente 60 m²;
- que permita escurecimento do ambiente;
- que possibilite ligação à rede;
- que admita recepção de programas televisivos;
- que possibilite montagem de um sistema de gravação vídeo;
- que possibilite montagem de um sistema de “ensino à distância”.

Prevê-se, num primeiro momento, visitar Centros onde existam Laboratórios de Matemática, e discutir, com os respectivos Responsáveis, sobre questões inerentes à criação e funcionamento do Laboratório. Estudaremos ainda as possibilidades dos nosso alunos futuros-professores poderem usufruir, à distância, de algum momento de formação, consonante com os nosso propósitos, desenvolvido noutras instituições universitárias ou politécnicas, sobre temáticas em estudo.

Num segundo período prevê-se a criação e apetrechamento do tal Laboratório.

Aplicaremos ainda um questionário e realizaremos eventuais entrevistas de aprofundamento aos alunos futuros-professores com quem iremos posteriormente trabalhar, sobre, principalmente, representações, no momento que antecede o período de investigação, da matemática e do seu ensino.

2ª etapa

Principal(ais) Objectivo(s)

Elaborar e implementar o novo plano de formação.

Nesta fase recolheremos todos os documentos e artefactos produzidos (nomeadamente trabalhos, “diálogos” e “descobertas” informáticas) e registaremos (em suportes vários - papel, audio e/ou vídeo) todos os acontecimentos julgados relevantes para posterior tratamento, nomeadamente os que concernem a atitudes perante a formação.

Numa fase final aplicaremos novamente um questionário e realizaremos eventuais entrevistas de aprofundamento aos alunos futuros-professores com quem trabalhamos sobre, principalmente, as suas representações da Matemática e do seu ensino, que contestaremos com as identificadas anteriormente.

3ª etapa

Principal(ais) Objectivo(s)

Avaliar o impacte da formação como elemento promotor duma nova cultura matemática.

Num primeiro momento seleccionaremos 4 sujeitos de entre aqueles com quem trabalhámos, que acompanharemos na disciplina de “Prática Pedagógica” - no 4º e último ano do seu curso.

Aplicaremos de seguida um questionário e realizaremos entrevistas de aprofundamento aos alunos (e pais) desses professores em prática pedagógica, sobre, principalmente, representações da matemática e do seu ensino, antes da actuação destes.

Recolheremos então, nomeadamente, os documentos utilizados por estes professores com os seus alunos constantes das suas planificações e outros artefactos considerados importantes.

Observaremos, presencialmente (ou à distância) e registaremos (por escrito ou videogravando) as práticas dos 4 professores já no micro-cosmos da sua sala de aula, para posterior auto e hetero-análise, principalmente no que respeita a resolução de problemas e/ou situações problemáticas e possível utilização de materiais didácticos explorando, eventualmente no Laboratório Aberto de Educação em Matemática, software informático (em particular sobre situações do dia-a-dia).

Finalmente, seria novamente aplicado o questionário e realizadas entrevistas de aprofundamento, quer aos professores, quer aos seus alunos (quer aos pais destes) para contrastar a evolução das suas representações, desde o início até à fase final de investigação.

RECURSOS HUMANOS ENVOLVIDOS

Além dos investigadores/formadores, tenciona-se trabalhar, numa primeira fase, com cerca de 30 alunos futuros-professores, 4 dos quais acompanharemos mais particularmente em prática pedagógica, leccionando a cerca de 80 alunos do 1º C.E.B.

Um laboratório com tais características necessita ainda 1 bolsheiro técnico de informática.

RENDIBILIDADE DO LABORATÓRIO

A singularidade das escolas remete-nos para a diversidade de culturas de escola que aglutinam concepções, significados, crenças e suas manifestações. As relações interinstitucionais favorecem o aparecimento de objectos significativos ou pertinentes de investigação sobre elementos dessas mesmas culturas e sobre as acções didácticas por elas induzidas.

Paralelamente, o confronto de culturas de escola com a cultura científica oferece motivos e dá argumentos para a mudança conceptual - em consequência, verificar-se-á, a curto ou mais longo prazo, a reestruturação dos quadros de referência (culturas de escola) que justificam as posturas didácticas dominantes em cada escola, vindo os professores, em comunicação com o conhecimento científico, a implicar-se na mudança de práticas.

A respeito deste princípio, anotam-se alguns aspectos:

1º - *Extensão a outras disciplinas do ensino superior e/ou dos ensinios básico e secundário*: A Matemática surge em todos os ambientes de actividade humana. Constitui o que se designa, hoje, por "cultura invisível". Nesta perspectiva, confere-se, actualmente, ao ensino da Matemática uma finalidade social: proporcionar as ferramentas matemáticas essenciais para o desempenho social (quer na sua vertente prática de resolução de problemas do dia-a-dia, quer na sua vertente cívica, de integração e participação numa sociedade cada vez mais matematizada). Esta dimensão social concede transversalidade à Matemática. Daí, considerar-se pertinente a abertura do Laboratório de Educação Matemática a *quem* quiser usufruir de seus benefícios de formação ou compreender/estabelecer interacções disciplinares, de acordo com protocolos a estabelecer com eventuais interessados.

2º - *Extensão à comunidade educativa*: A importância da divulgação de *alternativas* às didácticas institucionalizadas faz prever ligações com a comunidade (exposições, dias abertos, divulgação de textos, notícias via Internet, por exemplo). A ligação em rede com vários grupos de trabalho existentes em outros estabelecimentos de ensino superior com os quais a Unidade de Investigação tem contactos estreitos, será uma prioridade.

3º - Paralelamente, o Laboratório de Educação Matemática deve proporcionar tempos de formação de professores já em exercício que desejem adquirir uma formação continuada ao longo da sua carreira profissional.

NOTAS

¹ Já tivemos oportunidade de expressar algumas das ideias constantes deste documento no VIII Encontro de Investigação em Educação Matemática, que decorreu em Mangualde, em Abril de 1999.

² Além disso, irá funcionar no ano lectivo 1999/2000 o curso de Complemento de Formação Científica e Pedagógica para professores do 1º Ciclo do Ensino Básico, no qual a Educação em Matemática também é uma área primordial.

REFERÊNCIAS

- Bangert-Drowns, R. [et al.], (1991). The instructional effect of feedback in test-like events. *Review of Educational Research*, 61 (2), 213-238.
- Bastien, C. (1992). Ergonomics for hypermedia courseware. In A. Oliveira (Ed.). *Hypermedia Courseware: Structures of Communication and Intelligent Help*. NATO ASI Series F. Berlin: Springer-Verlag.
- Beck, C. (1991). Strategies for cueing visual information: research findings and instructional design implications.

- Educational Technology*, March, 16-20.
- Boyle C. & Snell, J. (1990). Intelligent navigation for semistructured hypertext documents. In R. McAleese & C. Green (Eds.). *Hypertext, State of Art*. Oxford: Intellect.
- Carvalho e Silva, J. (1992). As aplicações da matemática: a vida quotidiana na sala de aula. *Educação e Matemática*, 23, 3-9.
- Coutaz, J. (1990). *Interfaces homme-ordinateur*. Conception et réalisation. Paris: DUNOD Informatique.
- Crook, C. (1991). Computers in the classroom. In B-B. Oliver & Scanlon (Eds.). *Computers and Learning*. Great Britain: Addison-Wesleyand The Open University.
- Damián, A., Dacosta, J. e Pérez Cota, M. (1996). Hard-media: ensenanza de los dispositivos e E/S. Actas do Simpósio *Investigação e Desenvolvimento de Software Educativo*. Costa da Caparica: Convento dos Capuchos, 7-9 Outubro.
- De Corte, E. (1992). Aprender na escola com as novas tecnologias da informação. In V. Teodoro e J. Freitas (Orgs.) *Educação e Computadores*. Lisboa: GEP.
- Dempsey, J., Driscoll, P. & Swindell, L. (1993). Text-based feedback. In J. Dempsey & G. Sales (Eds.) *Interactive Instruction and Feedback*. New Jersey: Educational Technology Publications.
- Duchastel, P. (1990). Discussion: formal and informal learning with hypermedia. In D. Jonasses & H. Mandl (Eds.) *Designing Hypermedia for Learning*. Berlin: Springer-Verlag, NATO ASI Series.
- Edeline, F., Kinberg, J. & Minguet, P. (1992). *Traité du Signe Visuel: Pour une Rhétorique de l'Image*. Paris: Éditions du Seuil.
- Edwards, D. & Hardman, L. (1993). Lost in hyperspace: cognitive mapping and navigation in a hypertext environment. In R. McAleese (ed.) *Hypertext - Theory into Practice*. Oxford: Intellect.
- ERT. (1997). *Investing in Knowledge. The Integration of Technology in European Education*. Brussels: The European Round Table.
- Fisher, S. (1994). *Multimedia Authoring*. London: Academic Press.
- Golden, A. (1990). The effect of quality and clarity on the recall of photographic illustrations. *British Journal of Educational Technology*, 21(2), 21-30.
- Gomes, A., Oliveira, A. e Costa Pereira, D. (1990). "Courseware" hipermedia: evolução das NTI no ensino (ou mera meNTIra). *Análise Psicológica*, 1 (8), 25-35.
- Johnson, D. & Johnson, D. (1993). Cooperative learning and feedback. In J. Dempsey & G. Sales (Eds.). *Interactive Instructional and Feedback*. New Jersey: Educational Technology Publications.
- Jonassen (1992). Adding intelligence to hypertext with expert systems and adding usability to expert systems with hypertext. In A. Oliveira (Ed.). *Hypermedia Courseware: Structures of Communication and Intelligent Help*. NATO ASI Series F. Berlin: Springer-Verlag.
- Jong, T. & Joolingen, W. (1996). Discovery Learning with computer symulation of conceptual domains. Actas do Simpósio *Investigação e Desenvolvimento de Software Educativo*. Costa da Caprica: Convento dos Capuchos, 7-9 Outubro.
- Kulhavy, R. (1997). Feedback in written instruction: the place of response certitude. *Educational Psychology Review*, 1(2), 279-309.
- Landsheere, G. (1988). Nouvelles technologies de l'information (N.T.I.) et didatique: impasse ou espoir?. *European Journal of Psychology of Education*. N° Extra. 217-219.
- Liebhold, M. (1990). Hypermedia and visual literacy. In S. Ambron & K. Hooper (Eds.). *Learning with Interactive Multimedia*. Redmond: Microsoft Press.
- MacLeod, M. (1992). Tools for monitoring and analysing the use of hypermedia courseware. In A. Oliveira (Ed.). *Hypermedia Courseware: Structures of Communication and Intelligent Help*. NATO ASI Series F. Berlin: Springer-Verlag.
- McAleese, R. (1993). Navigation and browsing in hypertext. In R. McAleese (Ed.). *Hypertext - Theory into Practice*. Oxford: Intellect.
- Missão para a Sociedade da Informação (1997). *Livro Verde para a Sociedade da Informação em Portugal*. <http://www.missao-si.mct.pt>
- NCTM, (1989/1991). *Normas para o Currículo e Avaliação em Matemática Escolar* (tradução do original em Inglês da APM), Lisboa: APM e IIE.
- Niss, M. (1992). *O papel das aplicações e da modelação na Matemática escolar*. Educação e Matemática, 23, 1-2.
- Norman, D. (1986). Cognitive engineering. In D. Norman & S. Draper (Eds.). *User Centered System Design. New Perspectives on Human-Computer Interaction*. USA: Lawrence Erlbaum Associates Publishers, 31-61.
- Oliveira, A. (1992). Hypermedia and multimedia. In A. Oliveira (Ed.). *Hypermedia Courseware: Structures of Communication and Intelligent Help*. NATO ASI Series F. Berlin: Springer-Verlag.
- Ponte, J. (1997). *As Novas Tecnologias e a Educação*. Lisboa: Texto Editora.
- Preece, J. [et al.] (1994). *Human-Computer Interaction*. Wokingham: Addison-Lesley.

- Sales, G. (1993). Adapted and adapted feedback in technology-based instruction. In J. Dempsey & G. Sales (Eds.), *Interactive Instruction and Feedback*. New Jersey: Educacional Technology Publications.
- Schneiderman, B. (1992). *Designing the User Interface - Strategies for Effective Human-Computer Interaction*. USA: Addison-Wesley Publishing Company.
- Simpson, A. & McKnight, C. (1990). Navigation in hypertext: structural cues and mental maps. In R. McAleese & C. Green (Eds.), *Hypertext, State of Art*. Oxford: Intellect.
- Spath, P. (1992). Design considerations in hypermedia tutorials. In A. Oliveira (Ed.), *Hypermedia Courseware: Structures of Communication and Intelligent Help*. NATO ASI Series F. Berlin: Springer-Verlag.
- Spiro, R., Coulson, R., Feltovitch, P. & Anderson, D. (1988). Cognitive flexibility theory: advanced knowledge acquisition in ill-structure domains. In V. Patel (Ed.), *Tenth Conference of the Cognitive Science Societ*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum. 375-383.
- Spiro, R., Coulson, R., Feltovitch, P. & Anderson, D. (1989). Multiple analogies for complex concepts: antidotes for analogy-induced misconception in advanced knowledge acquisition. In S. Vosniadou & A. Ortony (Eds.), *Similarity and Analogical Reasoning*. Cambridge University Press.
- Spiro, R., Feltovich, J., Jacobson, M. & Couldson, R. (1991). Cognitive flexibility, constructivism, and hypertext: random access instruction for advanced knowledge acquisition in ill-structured domains. *Educational Technology*, May, 24-33.
- Spiro, R., Feltovich, J., Jacobson, M. & Couldson, R. (1996). Cognitive flexibility, constructivism, and hypertext: random access instruction for advanced knowledge acquisition in ill-structured domains. *Actas do Simpósio Investigação e Desenvolvimento de Software Educativo*. Costa da Caparica: Convento dos Capuchos, 7-9 Outubro.
- Spiro, R., Jacobson, M., & Jehng, J. (1988). Hypertext and cognitive flexibility: theory and technology for learning in complex knowledge domains, (Abstract). In *30th ADCIS Conference Proceedings*, Bellingham: Western Washington University, 440.
- Spiro, R. & Jehng, J. (1990). Cognitive flexibility, random access instruction, and hypertext: Theory and technology for nonlinear and multi-dimensional traversal of complex subject matter. In D. Nix & R. Spiro (Eds.), *The "Handy" Project. New Directions in Multimedia Instruction*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Spiro, R., Vispoel, W., Schmtz, J., Samarapungavan, A. & Boerger, A. (1987). *Knowledge Acquisition for Application: Cognitive Flexibility and Transfer in Complex Content Domains*. Technical Report no. 409, Urbana-Champaign, IL: University of Illinois, Center for the Study of Reading.
- Thompson, A., Simonson, M.R. & Hargrave, C.P. (1992). *Educational Technology: a Review of the Research*. E.U.A.: AECT.