

# EPISTEMOLOGIA DA DIDÁCTICA DAS CIÊNCIAS: UM ESTUDO SOBRE O ESTADO DA ARTE DA INVESTIGAÇÃO

**LOPES<sup>1</sup>, J. BERNARDINO; PAIXÃO<sup>2</sup>, FÁTIMA; PRAIA<sup>3</sup>, JOÃO; GUERRA<sup>4</sup>, CECÍLIA e CACHAPUZ<sup>5</sup>, ANTÓNIO F.**

Centro de Investigação Didáctica e Tecnologia na Formação de Formadores, Universidade de Aveiro, Aveiro, Portugal.

<sup>1</sup> Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, Vila Real, <blopes@utad.pt>

<sup>2</sup> Escola Superior de Educação, Instituto Politécnico de Castelo Branco, <fatimapaixao@ese.ipcb.pt>

<sup>3</sup> Faculdade de Ciências, Universidade do Porto, <jfpPraia@fc.up.pt>

<sup>4</sup> Departamento de Didáctica e Tecnologia Educativa, Universidade de Aveiro, <cguerra@dte.ua.pt>

<sup>5</sup> Departamento de Didáctica e Tecnologia Educativa, Universidade de Aveiro, <cachapuz@dte.ua.pt>

---

**Palavras chave:** Epistemologia; Didáctica das Ciências; Estado da Arte; Investigação; Meta-análise.

## OBJECTIVOS

Os objectivos desta comunicação são: i) apresentar um projecto de investigação em curso\* que visa fazer uma análise e reflexão crítica sobre o estado da arte da investigação em Didáctica das Ciências, nomeadamente suas finalidades, perspectivas dominantes, linhas de investigação e sua utilidade; ii) apresentar as primeiras conclusões relativas ao estudo de índole meta-analítico, com base em artigos publicados na década de 1993 a 2002 em revistas internacionais incluídos no Science Citation Index e de elevada circulação na comunidade de Didáctica das Ciências.

## REFERENCIAL TEÓRICO

A Didáctica das Ciências é uma área emergente do conhecimento com reconhecida justificação educacional e social. Apesar dos progressos teóricos e práticos em pouco mais de três décadas e de ter ganho estatuto de área académica e domínio próprio de saber é necessário assegurar “um melhor sentido de identidade e propósito” (Jenkins, 2000) para a Investigação em Didáctica das Ciências (IDC).

Sobre um melhor sentido de identidade da IDC vários obstáculos continuam a colocar-se no seu percurso (Cachapuz *et al.*, 2001; Fensham, 2004). Por exemplo, os investigadores levantam com frequência o problema do reduzido impacto da sua investigação com as práticas de ensino e formação o que implica o questionamento social da relevância do seu trabalho. Além disso, a dificuldade na busca de um melhor sentido de identidade da IDC radica na incerteza e na complexidade que caracterizam os sistemas de pensamento actuais e se reflecte nos sistemas educativos (Morin e Le Moigne, 2001).

Sobre o propósito da IDC levantam-se também questões centrais tais como se os problemas da IDC investigados têm sido suficientemente orientados para as reais causas das dificuldades do ensino e da aprendi-

\* Projecto POCTI 45497: “O Estado da Arte em Investigação em Educação em Ciência: Um estudo de índole meta-analítico”, financiado pela Fundação para a Ciência e Tecnologia, Portugal.

zagem das Ciências ou ainda com as necessidades e interesses dos alunos, dos professores e da sociedade. Ou seja, estará a IDC no caminho mais acertado para desenvolver respostas cada vez mais comprometidas com os problemas reais do ensino e da formação de professores (Romero Ayala, 1998) e com os currículos e as políticas educativas?

## DESENVOLVIMENTO

### Apresentação global do projecto de investigação

O ponto de partida do projecto referido foi a consciência da necessidade e importância de reflectir sobre o estado da arte da IDC, para clarificar as suas possíveis orientações actuais e futuras. O projecto de investigação foi guiado pelas seguintes questões de investigação: Qual o sentido da IDC contemporânea, suas perspectivas dominantes, quadros teóricos, linhas de investigação dominantes e metodologias? Quais deveriam ser as prioridades da IDC? Como melhorar o impacto da IDC nas práticas e nas políticas educativas? O foco do projecto não é, pois, replicar estudos do tipo já apresentado em handbooks (p.ex. Frazer & Tobin, 1998; Perales, & Cañal, 2000), mas sim centrar a atenção em meta-dimensões da IDC tendo em vista apoiar uma reconceptualização desta área do conhecimento. Este é um tipo de estudo pouco frequente na literatura.

O estudo desenvolveu-se em duas componentes que se complementam: i) inquirir um painel de investigadores seniores cotados internacionalmente através de um questionário aberto (Daniel Gil-Pérez, Edgar Jenkins, Isabel Martins, Jonathan Osborne, Luís Marques, Manuel Cuiça Sequeira, Mercè Izquierdo, Michael R. Matthews, Nilza Costa, Richard Duschl, Richard White, Roseli Pacheco Schnetzler, além dos autores) e organizar um Seminário de reflexão, com a presença dos mesmos investigadores, para discutir e aprofundar as principais questões do questionário; ii) análise de conteúdo feita a artigos publicados em revistas internacionais de Didáctica das Ciências.

Nesta comunicação debruçámo-nos sobre o segundo aspecto referido.

### Seleção do corpus de artigos

A análise do corpus constituído por artigos de investigação seleccionados foi feita de acordo com os seguintes critérios:

- Artigos publicados em revistas de elevada circulação internacional, na década de 1993 a 2002, incluídos no Science Citation Index do Institute for Scientific Information (ISI): SE - Science Education, IJSE - International Journal of Science Education e JRST - Journal of Research in Science Teaching.
- Os artigos foram procurados através da base de dados do ISI, em Outubro de 2003. Obteve-se a seguinte quantidade de artigos: 459 artigos publicados na SE; 715 artigos na IJSE, 724 artigos na JRST. O total é de 1898 artigos.
- Os artigos foram ordenados em cada revista e em cada ano por ordem decrescente do número de vezes que foram citados noutros artigos de várias revistas (de acordo com a base de dados do ISI). Os artigos foram seleccionadas até se atingir o número de ordem cujo valor é dado pela seguinte fórmula:

$$N_{\text{anoi.revistaA}} \leq 0,1 * f_{\text{médioA}} * n_{\text{Ai}} \quad (1)$$

Em que:  $N_{\text{anoi.revistaA}}$  – número de artigos da revista A no ano i que está na percentagem  $0,1 * f_{\text{médioA}}$  dos artigos mais citados;  $n_{\text{Ai}}$  – número total de artigos da revista A no ano i;  $f_{\text{médioA}}$  – factor de impacto médio da revista A.

O número total de artigos seleccionados da revista A é dado por:

$$N_{\text{revistaA}} = \sum_{i=1993}^{2002} N_{\text{anoi.revistaA}} \quad (2)$$

Nota: (1) e (2) estão referidos no texto abaixo.

Assim o *corpus* de artigos seleccionados das três revistas referidas no período compreendido entre 1993 e 2002 é constituído por 152 artigos.

O principal critério que se utilizou para seleccionar os artigos foi o “número de vezes que cada artigo é citado”. Todavia, se este critério fosse aplicado de forma cega os artigos mais recentes seriam na sua grande maioria rejeitados. Além disso, as três revistas não apresentam o mesmo impacto, o que se reflecte também no número de vezes que cada artigo é citado. Ou seja, se o critério “número de vezes citado” fosse usado indiscriminadamente estaríamos a privilegiar os artigos mais antigos do período considerado e artigos de determinadas revistas. Haveria que introduzir dois critérios adicionais: “partição temporal” da década considerada e o “factor de impacto” de cada revista. Se a “partição temporal” do período considerado for de 1 ano, então o critério “número de vezes citado” terá que ser utilizado em cada ano até que se apure aproximadamente 10% dos artigos mais citados nesse ano. A combinação destes dois critérios está traduzida na fórmula (1) por  $0,1 * n_{Ai}$ .

Analisou-se, também, o “factor de impacto” calculado pela base de dados da ISI durante os últimos 7 anos da década considerada. As revistas JRST e SE têm um factor de impacto médio de aproximadamente 1 e a revista IJSE tem um factor de impacto médio de aproximadamente 0,5.

Fez-se uma análise temporal (na década considerada) do critério “número de vezes citado” para todas as revistas e verificou-se que o “valor mínimo de vezes citado” para se ter 10% dos artigos decrescia de forma aproximadamente linear com os anos. Verificou-se ainda, que as linhas dos gráficos “número de vezes citado” versus “ano” para JRST e SE são aproximadamente iguais (aproximadamente o mesmo declive e ordenada na origem). O declive da linha do gráfico para IJSE é aproximadamente metade dos anteriores. As anteriores constatações sustentam a escolha da combinação dos dois critérios referidos. A comparação dos dois declives permite-nos inferir que o “valor mínimo de vezes citado”, num determinado ano, num artigo da IJSE é aproximadamente metade do “valor mínimo de vezes citado”, para o mesmo ano nas revistas SE e JRST. Assim, os anteriores dois critérios ( $0,1 * n_{Ai}$ ) se forem ponderados com factor de impacto médio da revista A ( $f_{médioA}$ ), no período considerado, permite que se determine, de forma aproximada, o impacto do artigo na comunidade da Educação em Ciência. Assim, os artigos de uma revista A num ano  $i$  com maior impacto na comunidade da Educação em Ciência é dado pela fórmula (1). Para escolher os artigos da revista A ao longo de todos os anos o processo é iterativo e está traduzido na fórmula (2).

Além destes artigos, fez-se uma análise de resumos/conclusões de artigos das revistas Science & Education e Studies in Science Education (últimos 10 anos), pois dada a natureza específica de cada uma delas, contribuíram para melhor sustentar a análise efectuada.

### **Análise dos artigos**

Cada artigo foi analisado tendo em conta um conjunto de categorias relevantes, a saber:

- i. Orientação dominante (por exemplo: investigação com orientação teórica, prática ou orientada para as políticas educativas);
- ii. Áreas disciplinares de referência do quadro teórico (por exemplo, Ciência, Psicologia da Educação, História da Ciência, Filosofia da Ciência, Sociologia da Ciência, Sociologia da Educação, Ética, Linguística, etc.);
- iii. Linhas de investigação dominantes e respectivo contexto (por exemplo, Epistemologia da Ciência, Casos históricos, Aprendizagem conceptual, Resolução de problemas, Trabalho prático, Linguagem, etc.). Em cada linha de investigação é identificado se o contexto é o da formação de professores (inicial ou em serviço) ou se é o currículo/ensino e aprendizagem.
- iv. Objectivos, geralmente explícitos nos artigos.
- v. Abordagens metodológicas dominantes (por exemplo, levantamentos, estudos de revisão/meta-analíticos, experimentais, investigação-acção, estudo de casos, etnográficos, descritivos, etc.)
- vi. Resultados (súmula dos principais resultados).
- vii. Recomendações e/ou implicações (súmula das principais recomendações e/ou implicações).
- viii. Sugestões para desenvolvimentos futuros.

A validade interna da análise efectuada foi assegurada pelos seguintes procedimentos:

- Congruência das categorias de análise com questões e objectivos da investigação;
- Saturação dos dados oriundos das revistas; os atributos criteriosais das categorias foram reformulados por duas vezes, primeiro após a análise sobre uma parte do corpus e em seguida sobre a totalidade do corpus de forma a saturar os dados obtidos;
- Aferição concorrencial dos resultados, isto é, foi feita independentemente a análise de conteúdo do corpus por pelo menos dois investigadores e seus resultados cruzados (fidelidade dos resultados).

## CONCLUSÕES

As conclusões, ainda que provisórias, permitem no entanto identificar algumas tendências dominantes da IDC a saber:

- A sua orientação predominante é prática, denotando esforços pouco consistentes de teorizar o campo epistemológico da IDC ou de influenciar de forma deliberada as políticas educativas ou de investigação.
- Os seus quadros teóricos assentam sobretudo na Psicologia da Educação. Todavia, ao longo do tempo outras áreas de referência têm vindo a ganhar progressivamente expressão, como exemplo: História da Ciência, Filosofia da Ciência, Sociologia da Ciência, Sociologia da Educação (em particular as questões de género e os estudos multiculturais), Ética e Linguagem.
- No início do período considerado a IDC organizava-se em poucas linhas de investigação. Ao longo da década sofreu uma dupla transformação: i) por um lado, houve uma abertura ao nível dos contextos de aprendizagem não formais, bem como das perspectivas (por exemplo, a partir da Filosofia e da Sociologia da Ciência, da Ética e dos Valores); ii) por outro, algumas linhas de investigação omnipresentes (por exemplo concepções alternativas, resolução de problemas e trabalho prático) passaram a ser tratadas com outros enquadramentos teóricos.

Estas características configuram claramente a IDC como campo epistemológico com vitalidade e em clara progressão tanto do ponto de vista da sua especificidade como da abrangência. Todavia, apesar de identificadas áreas de referência do quadro teórico da IDC e orientações dominantes, em particular no âmbito do construtivismo (Gil Perez et al, 2002), ainda não é claramente visível a existência de modelos teóricos articulados que promovam a própria actividade teórica e a busca das causas e respostas adequadas para os inúmeros problemas práticos da Didáctica das Ciências. Naturalmente, fica por esclarecer se tais modelos, ainda que desejáveis, são possíveis nesta área interdisciplinar do conhecimento.

## REFERÊNCIAS

- CACHAPUZ, A.; PRAIA, J.; GIL-PÉREZ, D.; CARRASCOSA, J E MARTÍNEZ-TERRADES, F. (2001). A emergência da Didáctica como campo específico de conhecimento. *Revista Portuguesa de Educação*, Vol. 14(1), pp. 155-195.
- FENSHAM, P.J. (2004). *Defining an Identity: The evolution of Science Education as a field of research*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
- FRAZER, B. & TOBIN, K.G.(Eds) (1998). *International Handbook of Science Education*, London: Kluber Academic Publishers.
- GIL-PÉREZ, D.; GUIASOLA, J.; MORENO, A.; CACHAPUZ, A.; PESSOA DE CARVALHO, A.M.; MARTÍNEZ-TORREGOSA, J.; SALINAS, J.; VALDÊS, P.; GONZALÉZ, E.; GENE-DUCH, A.; DUMAS-CARRÉ, A.; TRICÁRIO, H.; GALLEGU, R. (2002). Defending Constructivism in Science Education. *Science & Education*, Vol. 11, pp. 557-571.
- JENKINS, E.W. (2000). Research in Science Education: Time for a Health Check? *Studies in Science Education*, Vol. 35, pp. 1-26.
- MORIN, E. e LE MOIGNE, L. (2000). *A inteligência da complexidade*. S.Paulo: Ed Fundação Peirópolis.
- PERALES, J., & CAÑAL, P. (eds). (2000). *Didáctica de las ciencias experimentales: teoría y práctica de la enseñanza de las ciencias*. Alcoy: Marfil.
- ROMERO AYALA, F. (1998). Una pequeña reflexión sobre los problemas de investigación de la Didáctica de las Ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, Vol. 16(1), pp. 171-174.