

Desenvolvimento curricular em Matemática: 30 anos na revista Quadrante

Curriculum development in Mathematics: 30 years in Quadrante

Ana Paula Canavarro 

Universidade de Évora e Centro de Investigação em Educação e Psicologia
Portugal
apc@uevora.pt

Ana Maria Roque Boavida 

Instituto Politécnico de Setúbal, CIF/IPS
Portugal
ana.boavida@ese.ips.pt

António Domingos 

Universidade Nova de Lisboa, FCT NOVA, CICS.NOVA
Portugal
amdd@fct.unl.pt

Resumo. Este artigo, produzido no âmbito das comemorações dos 30 anos da Quadrante, pretende passar em revista os artigos que nela se debruçaram sobre o tema desenvolvimento curricular ao longo das suas três décadas de existência. Assumindo uma perspetiva abrangente de desenvolvimento curricular, selecionaram-se 72 artigos que se organizaram em quatro domínios: processo de desenvolvimento curricular; recursos para o desenvolvimento curricular; grandes perspetivas curriculares; e componentes do currículo (com foco em conteúdos de aprendizagem, orientações metodológicas, recursos promotores da aprendizagem e avaliação das aprendizagens). A análise realizada revela que raros estudos investigaram o processo de desenvolvimento curricular enquanto tal, focando-se os artigos publicados em níveis específicos do currículo, com destaque para o currículo prescrito, o currículo moldado e o currículo em ação. Revela, também, que a investigação publicada tem acompanhado globalmente as tendências internacionais da investigação em educação matemática neste domínio, embora subsistam desafios para a investigação futura que a Quadrante poderá querer incentivar.

Palavras-chave: desenvolvimento curricular em Matemática; processo de desenvolvimento curricular; recursos para o desenvolvimento curricular; perspectivas curriculares; componentes do currículo.

Abstract. This article, produced in the context of the celebration of the 30th anniversary of *Quadrante*, aims to review the published manuscripts focused on curricular development throughout the journal's three decades. Assuming a comprehensive perspective of curriculum development, 72 articles were selected and organized into four domains: curriculum development process; resources for curriculum development; broad curricular perspectives; and curriculum components (focusing on learning contents, methodological guidelines, learning-promoting resources, and learning assessment). The analysis carried out reveals that few studies have investigated the curriculum development process as such, focusing on published studies at specific levels of the curriculum, with emphasis on the prescribed curriculum, the shaped curriculum and the curriculum in action. It also reveals that published research has globally followed international trends in mathematics education research in this field, although challenges remain for future research that *Quadrante* may wish to encourage.

Keywords: curriculum development in Mathematics; curriculum development process; resources for curriculum development; curriculum perspectives; curriculum components.

Introdução

Este artigo pretende passar em revista os artigos que se debruçaram sobre o tema *desenvolvimento curricular* publicados na *Quadrante* nos últimos 30 anos. Trata-se de um tema muito abrangente que pode ser encarado sob diversos pontos de vista (Pacheco, 1996). De qualquer modo, ao longo dos tempos consolidou-se internacionalmente a ideia de desenvolvimento curricular como um processo que envolve diversas fases, diferentes atores, situado em contexto. A recente *Encyclopedia of Mathematics Education* (Lerman, 2020) identifica desenvolvimento curricular como um processo cíclico, que envolve quatro fases: (1) o planeamento, que determina as finalidades e objetivos para uma educação matemática tendo em conta as necessidades que procura servir, e inclui a identificação geral de ideias-chave para a educação matemática; (2) a concretização, que desenvolve e detalha os conteúdos do currículo, de acordo com critérios específicos; (3) a implementação, que distribui o currículo aos alunos através de práticas de ensino; (4) a avaliação, que permite identificar as vantagens e fragilidades do currículo. Estas fases podem ocorrer em diferentes contextos de decisão curricular: a nível macro do sistema político-administrativo, a nível meso de contexto de gestão relativo à escola/agrupamento de escolas e/ou a nível micro da sala de aula (Pacheco, 1996).

Esta visão reflete a proposta clássica de Gimeno (2000), que apresenta um modelo explicativo do desenvolvimento curricular, correspondente a uma conceção processual de currículo. Neste modelo, Gimeno considera diferentes currículos, cada um resultante da

ação de diferentes intervenientes. O currículo prescrito existe em qualquer sistema educativo, é ditado pelos órgãos político-administrativos e tem um papel de prescrição ou orientação relativamente ao conteúdo do currículo, sobretudo no que diz respeito à educação obrigatória. Funciona como referência básica relativamente à ordenação do sistema curricular, incluindo a avaliação externa, e à elaboração de materiais curriculares. Em geral, traduz-se por um texto articulado que explicita os objetivos de aprendizagem, conteúdos, orientações metodológicas, recursos promotores da aprendizagem e avaliação dos desempenhos dos alunos (Lerman, 2020). O currículo desenhado ou apresentado constitui-se nos materiais curriculares elaborados, dos quais tem papel de excelência o livro de texto ou manual. Estes materiais colocam à disposição dos professores uma interpretação do currículo, geralmente mais concretizada e orientada para a prática letiva, facilitando-lhes a atividade de planificação. O currículo moldado resulta da interpretação que o professor faz do currículo prescrito e/ou dos materiais curriculares, nomeadamente quando realiza o trabalho de planificação, seja individualmente ou em grupo. Este currículo evidencia que o professor é um agente decisivo que intervém na configuração do significado das propostas curriculares. O currículo em ação é o praticado na realidade escolar, o que o professor põe em prática junto dos seus alunos. Dá-se no momento em que o professor concretiza o ensino com as suas turmas, no contexto micro da sala de aula. O currículo avaliado corresponde aos conteúdos de aprendizagem sobre os quais incidem as avaliações, internas ou externas, que acaba por impor critérios de relevância para o ensino do professor e para a aprendizagem dos alunos. No contexto de exames externos, tem um enorme efeito regulador, quer das práticas do professor, quer do que os alunos (e pais) consideram que vale a pena aprender.

Este quadro teórico foi de relevo quer para a seleção dos artigos aqui considerados, quer para a sua organização. No que diz respeito à seleção, numa primeira etapa identificaram-se aqueles cujo título, palavras-chave e/ou resumos explicitavam o termo *desenvolvimento curricular* ou referiam alguma das suas fases. No entanto, a posterior leitura dos artigos revelou que havia bastantes que embora não contendo esta explicitação, contemplavam o desenvolvimento curricular de forma implícita. Assim, ampliámos os critérios de seleção e, numa segunda etapa, acrescentámos à seleção feita os artigos em que algum aspeto do desenvolvimento curricular é objeto de investigação e/ou alvo de conclusões resultantes da investigação desenvolvida.

Combinando uma abordagem indutiva com o quadro teórico, o conjunto de artigos selecionados foi analisado tendo em vista a identificação de domínios temáticos organizadores (Tabela 1), que se designaram por: (i) processo de desenvolvimento curricular; (ii) recursos para o desenvolvimento curricular, (iii) grandes perspetivas curriculares; e (iv) componentes do currículo.

O domínio relativo ao *processo de desenvolvimento curricular* diz respeito ao processo dinâmico propriamente dito, salientando-se, de algum modo, o ciclo das fases sucessivas desde o currículo prescrito ao avaliado (podendo ou não incluir o ciclo completo), os intervenientes nesse processo transformador, ou os diferentes contextos em que o processo se desenrola. O domínio respeitante aos *recursos para o desenvolvimento curricular* inclui os artigos que se focam em investigações sobre materiais curriculares que traduzem o currículo prescrito para os professores, com destaque específico para os manuais escolares, coincidindo com o currículo desenhado ou apresentado. O domínio alusivo às *grandes perspectivas curriculares* agrega os artigos que, pretendendo inspirar os currículos prescritos de Matemática e, conseqüentemente, o currículo em todos os seus níveis de desenvolvimento, expõem, de uma forma mais ou menos fundamentada, um ponto de vista ideológico associado, em geral, às grandes finalidades da educação. O domínio relativo às *componentes do currículo* abre espaço para os artigos que se focam em investigações acerca de alguma(s) componente(s) do currículo prescrito (objetivos, conteúdos, orientações metodológicas, recursos, avaliação) e que são alvo de planificação e de implementação pelos professores, refletindo assim um currículo moldado, em ação ou avaliado.

Tabela 1. Número de artigos selecionados, por domínio de análise

Domínio de análise	Número de artigos	%
Processo de desenvolvimento curricular	8 (a)	11%
Recursos para o desenvolvimento curricular	5 (a)	7%
Grandes perspectivas curriculares	11	15%
Componentes do currículo	49	67%
Total	72	100%

(a): Há um artigo associado aos dois domínios indicados.

Os 72 artigos retratam maioritariamente estudos empíricos, sendo menos de um terço os de natureza teórica. Estes últimos, por vezes, são ilustrados com dados empíricos. Quanto às opções metodológicas adotadas nos estudos empíricos, todos seguem o paradigma interpretativo, com exceção de dois que adotam o paradigma positivista. Relativamente ao design dos estudos, encontra-se uma diversidade de opções, entre estudos históricos, estudos em extensão, estudos de caso e investigação baseada em design (IBD). A IBD foi adotada nos anos mais recentes para dar resposta a muitos dos estudos focados na investigação de componentes do currículo, tendo-se concretizado frequentemente como experiências de ensino.

O conjunto dos artigos considerado foi objeto de análise de conteúdo triangulada pelos três autores deste texto. Na sua escrita não houve a intenção de referir todos os artigos analisados, mas sim aqueles que, em alguma medida, ilustram ideias ou tendências que foram emergindo da análise, não pressupondo, portanto, nenhum juízo sobre a qualidade científica dos artigos que são ou não mencionados.

Este texto está estruturado em quatro secções principais das quais a introdução é a primeira. A segunda apresenta uma análise dos artigos selecionados organizada pelos quatro domínios referidos. A terceira aprofunda a análise sobre o domínio *componentes do currículo*, pois este recolheu um elevado número de artigos. Por último, a secção de conclusão evidencia as principais linhas de força encontradas e deixa alguns desafios para o futuro.

Uma análise macro: Processo, recursos, perspetivas e componentes

Numa primeira análise, os artigos distribuíram-se pelos quatro domínios referidos, sendo os dois primeiros, o *processo de desenvolvimento curricular* e os *recursos para o desenvolvimento curricular*, domínios que se focam mais no currículo-processo do que no currículo-produto (Pacheco, 1996). Desta forma, aborda-se primeiro a investigação publicada na Quadrante relativamente a estes dois domínios, prosseguindo depois com a investigação associada a *grandes perspetivas curriculares* e, por fim, a relativa às *componentes do currículo*. Para cada domínio, contabilizam-se os artigos publicados nas três décadas em análise, procurando comentar a sua distribuição numérica.

O processo de desenvolvimento curricular

Neste domínio considerámos oito artigos, que foram maioritariamente publicados na década de 2002 a 2011 (Tabela 2).

Tabela 2. Processo de desenvolvimento curricular – distribuição temporal dos artigos selecionados

Década	Número de artigos	%
1992-2001	2	25%
2002-2011	4	50%
2012-2021	2	25%
Total	8	100%

Metade dos artigos diz respeito a estudos realizados exclusivamente em Portugal (Costa, 1992; Mogarro & Palma, 2011; Santos & Ponte, 2002; Silva et al., 1993) e os restantes a estudos desenvolvidos noutros países — um nos Estados Unidos (Reys & Reys, 2011), um

em Moçambique (Diniz & Barbosa, 2020) e dois no Brasil (Arruda et al., 2014; Pires & Silva, 2011). Um destes últimos compara Brasil e Portugal relativamente a iniciativas respeitantes a processos de desenvolvimento curricular nos dois países. Quanto aos níveis de escolaridade, dois dos estudos centram-se no 1.º ciclo, ambos através de uma abordagem histórica que passa em revista várias dezenas de anos (Arruda et al., 2014; Mogarro & Palma, 2011).

Começamos por notar que a maioria destes artigos se reporta a estudos que se desenrolam em contextos de reforma curricular da Matemática, tutelados pelo poder político. O mais antigo, de Costa (1992), decorre exatamente da reforma curricular portuguesa que gerou novos programas de Matemática em 1991 e o de Santos e Ponte (2002) remete para a implementação do novo programa de Matemática do Ensino Secundário publicado em 1997. Por sua vez, Reys e Reys (2011) focam-se na reforma curricular nos EUA decorrente do estabelecimento dos Common Core State Standards for Mathematics. Assim, estas publicações vêm confirmar o papel das reformas curriculares no estímulo à investigação sobre os processos de desenvolvimento curricular que lhes estão subjacentes.

Entre estes artigos, destacamos o de Costa (1992) por ser o único em que se revela uma intenção avaliativa do processo de desenvolvimento curricular empreendido a nível nacional, sendo assumido o propósito de contribuir para a criação de uma cultura de avaliação educacional no sistema educativo português. Este artigo apresenta os estudos desenvolvidos pela equipa técnica do Departamento de Avaliação Pedagógica do Instituto de Inovação Educacional no âmbito da avaliação da reforma curricular em Matemática do início dos anos 90. Foca, relativamente aos estudos realizados, as suas questões e objetivos de investigação, metodologias adotadas, resultados obtidos, conclusões e recomendações. A análise transversal dos estudos reportados destaca a importância dos processos de implementação de novos programas acautelarem estruturas de apoio à sua generalização, nomeadamente no que diz respeito à produção de materiais curriculares e à formação de professores, considerados fundamentais mesmo quando as novas propostas curriculares colhem genericamente a concordância dos professores.

Outro destaque é suscitado pelo estudo de Santos e Ponte (2002). Encarando a prática profissional como uma atividade de resolução de problemas, visou compreender o que caracteriza os problemas profissionais com que o professor de Matemática do ensino secundário se confronta no seu dia a dia, quando se envolve em processos de mudança curricular. A recolha de dados decorreu numa escola secundária onde existia um trabalho de planificação conjunto entre as três professoras que iriam lecionar pela primeira vez o programa reajustado de Matemática do 11.º ano. O estudo identificou problemas diversos que o professor encontra ao desenvolver um novo currículo e conclui que um contexto de prática colegial pode favorecer a resolução de problemas profissionais associados às inovações curriculares a implementar. Assim, este artigo chama a atenção para o professor enquanto protagonista curricular, reconhecendo a sua ação transformadora, seja em

trabalho individual ou em colaboração, nas diferentes fases do processo de desenvolvimento curricular que se opera nos contextos das escolas (Canavarro & Ponte, 2005). Chama, também, a atenção para que o trabalho colaborativo entre pares, é decisivo para ultrapassar problemas que surgem no processo de desenvolvimento curricular (Robutti et al, 2016).

Em contraciclo, surge o artigo de Silva et al. (1993), que coloca o foco no desenvolvimento curricular que acontece à margem das iniciativas top-down. O objetivo foi identificar e caracterizar as inovações curriculares conduzidas por iniciativa de professores ou escolas. Foram identificadas 28 experiências inovadoras, essencialmente desenvolvidas com o propósito de ensino, de âmbito letivo, curricular e disciplinar, que decorreram, na sua maioria, durante algumas aulas. Na quase totalidade dos casos, a iniciativa foi do professor que as desenvolveu, atuando sozinho ou contando com o impulso de alguém exterior à escola. Os elementos inovadores que mais se salientaram situam-se ao nível das metodologias de ensino e ao nível dos objetivos e papel crucial da aprendizagem. Este artigo testemunha como a inovação curricular em Matemática desenvolvida por iniciativa dos professores há 30 anos tomava como foco aspetos que são essenciais para a transformação da experiência matemática dos alunos e que continuam hoje a ser perseguidos (NCTM, 2017). Além disso, reforça a importância do professor nos processos de inovação curricular que tomam lugar no terreno das escolas, ao nível do currículo em ação, deixando espaço para conjecturar sobre a inspiração que proporcionam na evolução das tendências do currículo prescrito.

Recursos para o desenvolvimento curricular

Neste domínio foram identificados cinco artigos (Tabela 3) distribuídos pelas duas últimas décadas e concentrando-se num período de oito anos.

Tabela 3. Recursos para o desenvolvimento curricular – distribuição temporal dos artigos selecionados

Década	Número de artigos	%
1992-2001	0	0%
2002-2011	3	60%
2012-2021	2	40%
Total	5	100%

Todos os artigos remetem para a análise do que é designado por manuais escolares ou livros de texto destinados ao ensino da Matemática, destacando o papel do currículo

apresentado (Gimeno, 2000), embora tenham uma incidência variada em termos da abrangência temporal e da quantidade de tópicos em análise.

Analisa-se manuais escolares publicados entre o fim do século XIX e o início do século XXI, no que se refere ao modo como é abordado o tópico “equações do 2.º grau”, evidenciando-se que o assunto vai sendo apresentado de forma cada vez mais simplificada desde os conteúdos às tarefas propostas e à linguagem utilizada (Ponte et al., 2007).

Debruçando-se sobre livros de Matemática em Espanha e, especificamente, sobre como aí é tratada a distribuição de dados bidimensionais, Gea et al. (2014) analisam as representações tabulares e gráficas das distribuições e identificam algumas incorreções dos mesmos. Discute-se, também, a vigência do livro único em Portugal, evidenciando os normativos que suportavam esta prática, equacionando os seus benefícios e inconvenientes e enfatizando que este regime teve algumas variações, o que levou a que o livro único nem sempre tenha sido uma realidade (Almeida, 2008).

Paralelamente, procura-se entender como é que as recomendações do Movimento da Matemática Moderna foram divulgadas nos manuais pedagógicos usados pelos então professores do Ensino Primário de Portugal e Brasil. Recorrendo a duas publicações de referência, uma de cada país, os autores concluíram que estes são bons representantes da divulgação do Método Cuisenaire no ensino da Matemática Moderna (Borges et al., 2014).

Por último, as iniciativas da reforma curricular dos EUA são analisadas a partir de alguns dos procedimentos utilizados na elaboração de manuais, discutindo-se os desafios que os autores e editores enfrentam e apresentando-se uma reflexão sobre o papel que os manuais de Matemática desempenham na determinação do conteúdo matemático que os alunos têm oportunidade de aprender (Reys & Reys, 2011).

Embora o currículo apresentado aos professores tenha uma forte componente baseada nos livros escolares e tendo em conta que os manuais escolares são um dos recursos com maior importância para as práticas dos professores (Pires, 2005), constatamos que o número de artigos que podemos enquadrar neste domínio é pouco significativo e concentra-se num período temporal relativamente restrito no horizonte dos 30 anos. Ainda assim, é possível encontrar uma diversidade de análises que reflete algumas das principais dimensões que estes recursos podem enquadrar, desde uma abordagem mais holística baseada no papel dos manuais a uma abordagem mais centrada nos tópicos e temas desses mesmos manuais.

Grandes perspectivas curriculares

Neste domínio considerámos artigos que discutem macro visões orientadoras da conceção e construção de um currículo e que, portanto, influenciam decisões curriculares sobre finalidades e objetivos, conteúdos e experiências educativas. Tiveram-se, também, em conta, artigos que se debruçam sobre o impacto destas visões nas práticas curriculares

existentes nas escolas. A seleção resultou em onze artigos e a sua distribuição por décadas consta da Tabela 4.

Tabela 4. Grandes perspectivas curriculares – distribuição temporal dos artigos selecionados

Década	Número de artigos	%
1992-2001	4	36%
2002-2011	5	45%
2012-2021	2	18%
Total	11	100%

A observação da Tabela 4 revela que a maioria dos artigos tem publicação anterior a 2012. Da totalidade dos selecionados, quase dois terços são de carácter teórico e há um que não diz respeito, apenas, ao desenvolvimento curricular em Matemática (Sá-Chaves, 2004). Este último discute, de um ponto de vista teórico, questões associadas a processos de mudança e de regulação curricular. Em particular, apresenta uma relevante reflexão sobre desafios que hoje se colocam aos processos de desenvolvimento curricular decorrentes, nomeadamente das características da sociedade contemporânea e da importância de a escola favorecer o desenvolvimento da consciência crítica enquanto condição indispensável ao exercício de uma cidadania plena. Esta reflexão é decisiva para perspetivar um currículo de Matemática, que vá ao encontro do preconizado no documento “O Perfil dos Alunos à Saída da Escolaridade Obrigatória” (Martins et al., 2017).

A “Matemática Moderna”, movimento reformador no ensino da Matemática que se iniciou no princípio da segunda metade do século passado, integra as palavra-chave de dois dos artigos (Pinto, 2008; Silva & Valente, 2008). São investigações históricas que se debruçam sobre as repercussões do início deste movimento nas escolas. A análise destes artigos permite destacar que as mudanças curriculares não ocorrem por “decreto”: a existência de alterações no currículo prescrito não determina que ocorram modificações nas práticas curriculares dos professores. Com efeito, enquanto Pinto (2008) conclui que o movimento da Matemática Moderna “parece não ter abalado a estrutura da tradicional cultura matemática da escola primária” (p. 43) brasileira, em que predominava a valorização da memória e da repetição de exercícios, Silva e Valente (2008) destacam que as mudanças e propostas preconizadas pela Matemática Moderna foram, em boa medida, incorporadas nas práticas pedagógicas ocorridas numa das primeiras turmas-piloto portuguesas do ensino secundário.

O foco dos restantes artigos é bastante diversificado. Um discute os fins da educação matemática (Romero, 1997) e outro, de autores de nacionalidade brasileira (Freitas et al.,

2012), debruça-se sobre o currículo de Matemática na educação de jovens e adultos, uma temática que, no que se refere a Portugal, não tem expressão na revista *Quadrante*. Há, ainda, os que se centram no programa de Etnomatemática (Abraham & Bibby 1997; Gerdes, 1996), na Educação Matemática Crítica (Abreu & Fernandes 2015; Skovsmose & Valero, 2002; Zevenberger, 2002) e na Educação Matemática Realista (Figueiredo, 2000).

Esta diversidade não é de estranhar dado que o processo de desenvolvimento curricular é um processo político, social e interpessoal influenciado por vários valores, filosofias, ideologias e atores. Uma das fases deste processo é o que Ribeiro (1993) designa por justificação e orientação (ou fundamentação) do currículo e que, no fundo, procura responder à questão do “porquê” do que se apresenta. De certa maneira, todos os artigos se debruçam, explícita ou implicitamente, sobre esta questão, embora a abordem por perspetivas diferentes.

Romero (1997) é quem discute a questão “porque ensinamos matemática?” de forma mais explícita e detalhada. Referindo que os fins ou metas da educação matemática não são consensuais, enfatiza a necessidade do seu debate. Revisita um conjunto alargado de publicações e apresenta um modelo teórico que visa organizar a diversidade de aspetos que, a seu ver, caracterizam os fins da educação matemática. Neste modelo distingue quatro dimensões – culturais, sociais, de desenvolvimento ou aprendizagem e éticas ou formativas – defendendo que todas são essenciais quando se pretende pensar um currículo de Matemática.

A expressão “Etnomatemática” surge no título de dois artigos (Abraham & Bibby, 1997; Gerdes, 1996). Remete para um importante programa de investigação, apresentado por Ubiratan D’Ambrósio (1985), que tem fortes implicações pedagógicas, nomeadamente para o processo de desenvolvimento curricular em Matemática. Em particular, Gerdes (1996) apresenta uma revisão cuidadosa e muito completa de estudos em educação matemática que envolvem uma perspetiva etnomatemática. Sublinha que os educadores que adotam esta perspetiva favorecem, em geral, uma educação matemática crítica que proporciona aos estudantes “o poder de desenvolver e usar a matemática de uma maneira emancipadora” (p. 114). Além disso, foca a necessidade de encontrar caminhos que contribuam para esbater a dissonância cultural entre a matemática ensinada e aprendida na escola e a matemática tal como é praticada por outros grupos sociais/culturais, referindo alguns exemplos (incorporação no currículo de elementos do ambiente sociocultural dos alunos como espoleta para a atividade matemática). A Etnomatemática inspirou, segundo Skovsmose e Valero (2002), várias linhas de investigação que advogam uma relação crítica entre educação matemática e democracia, assumindo aí a interdisciplinaridade um papel de relevo, e no Brasil tem muito destaque na fundamentação teórica dos estudos sobre a educação de jovens e adultos (Freitas et al., 2012).

Destacamos, ainda, um artigo que aborda, de forma bastante completa, a teoria de Educação Matemática Realista, enraizada nos trabalhos de Freudenthal (Figueiredo, 2000). Este artigo, publicado há mais de vinte anos, refere uma abordagem de investigação (*developmental research*) em que o desenvolvimento curricular se entrelaça com a investigação, podendo ser vista como precursora da família de abordagens metodológicas usualmente designadas por *design research* (Gravemeijer, 2016), que tem vindo a ter uma expressão significativa na Quadrante, nomeadamente na modalidade experiência de ensino.

É um facto que a publicação de artigos sobre grandes perspetivas curriculares tem vindo a diminuir significativamente na Quadrante. Dos sete artigos de carácter teórico que se focam, especificamente, no currículo de Matemática, seis foram publicados antes de 2003 e, destes, mais de metade surge na década 1992-2001. Não obstante, muitas das ideias defendidas nos artigos que abordam quer a Educação Matemática Realista, quer a Educação Matemática Crítica quer, ainda, a perspetiva etnomatemática, continuam com atualidade. Por exemplo, Abreu e Fernandes (2015), Skovsmose e Valero (2002) e Zevenberger (2002) oferecem como respostas para a questão “porque se ensina matemática?”, a ideia de que a educação matemática deve visar a formação de cidadãos competentes e confiantes, capazes de enfrentar problemas matemáticos e, simultaneamente, ter uma postura crítica em relação ao impacto da Matemática na sociedade. Proporcionar a todos os alunos, e não apenas a alguns, uma educação matemática de qualidade e uma experiência escolar contextualizada e com significado que esteja relacionada com as suas próprias vivências culturais e necessidades sociais, são ideias caras a Ubiratan de Ambrósio e à perspetiva etnomatemática e encontram eco no que é atualmente defendido pela investigação em educação matemática, como a referida em “Princípios para ação: Assegurar o sucesso em Matemática para todos” (NCTM, 2017). Estas ideias espelham-se, também, nos novos documentos “Aprendizagens Essenciais em Matemática” (Canavarro et al., 2021), oficializados recentemente em Portugal.

Componentes do currículo

Como referido antes, neste domínio incluímos os artigos que retratam investigações focadas em alguma componente que um currículo prescrito costuma enunciar. No entanto, a Tabela 5 não inclui nenhuma coluna relativa aos objetivos ou finalidades do currículo de Matemática. Isto deve-se ao facto de não identificarmos na Quadrante nenhum artigo em que os objetivos/finalidades tenham sido tomados como foco de investigação numa lógica de desenvolvimento curricular.

Contabilizamos aqui um total de 49 artigos, sendo a sua maioria publicada entre 2012 e 2021 (Tabela 5). A análise da Tabela 5 permite evidenciar que o maior interesse da investigação publicada na Quadrante associada ao domínio *Componentes do currículo* recaiu sobre orientações metodológicas e sobre recursos que apoiam as aprendizagens. Tendo em

conta a proeminência de artigos que incidem neste domínio (67% - cf. Tabela 1), a próxima secção apresenta uma análise detalhada relativa a cada uma das componentes do currículo identificadas na Tabela 5.

Tabela 5. Componentes do currículo – distribuição temporal dos artigos seleccionados

Década	Componentes do currículo					Total (N)	Total (%)
	Conteúdos de aprendizagem	Orientações metodológicas	Recursos	Avaliação			
1992-2001	4	2	3	4	13	27%	
2002-2011	1	2(a)	4(a)	2(a)	7	14%	
2012-2021	2	12(b)	14(b)	2	29	59%	
Total	7	16	21	8	49	100%	

(a) e (b): Há um artigo associado, respetivamente, aos três e dois domínios indicados

Uma análise micro sobre componentes do currículo: conteúdos, orientações metodológicas, recursos e avaliação

Esta secção organiza-se de acordo com a ordem dos componentes que geralmente é assumida nos currículos prescritos de Matemática: conteúdos de aprendizagem, orientações metodológicas, recursos como ferramentas para a aprendizagem e avaliação dos desempenhos dos alunos.

Conteúdos de aprendizagem

São sete os artigos que tomam como foco de investigação a abordagem curricular a conteúdos de aprendizagem (Tabela 6). Mais de metade foi publicada na primeira década, o que poderá indiciar alguma tendência para uma diminuição do interesse nos estudos cujo cerne é o desenvolvimento curricular de temas/tópicos matemáticos, em contraponto com o crescente interesse nos centrados no desenvolvimento curricular associado a orientações metodológicas e recursos promotores da aprendizagem.

Apenas um entre os sete artigos é assinado por autores portugueses (Ponte & Fonseca, 2001), sendo os restantes de autores sediados em França (Artigue, 2011; Assude, 1996), Espanha (Batanero et al., 2001; Higuera et al., 1995), Holanda (Gravemeijer & Bruin-Muurling, 2019) e Brasil (Kataoka et al., 2014). A este fenómeno não será estranho o facto de três dos artigos, incluindo os dois estudos mais antigos deste domínio (Artigue, 2011; Assude, 1996; Higuera et al., 1995), serem da autoria de investigadores franceses e também espanhóis que colocam o conceito de transposição didática, abordagem teórica atribuída a Chevallard (Chevallard, 1985), no cerne no processo de desenvolvimento curricular.

Tabela 6. Conteúdos de aprendizagem– distribuição temporal dos artigos selecionados

Década	Número de artigos	%
1992-2001	4	57%
2002-2011	1	14%
2012-2021	2	29%
Total	7	100%

Noutra direção vão os restantes artigos que se focam ou na análise dos currículos de Matemática dos respetivos países, ou na investigação dos efeitos de uma dada sequência de ensino, para discutirem em que medida essas indicações curriculares, prescritas ou colocadas em ação, proporcionam uma abordagem promotora da compreensão de conceitos matemáticos pelos estudantes. Seguem esta abordagem Batanero et al. (2001), que descrevem uma experiência de ensino da distribuição normal, concretizada num curso de análise de dados destinado a estudantes universitários, baseado no uso de computadores. A avaliação dos conhecimentos dos alunos no final do curso mostra que adquiriram muitos dos elementos de significado considerados no ensino, mas observaram-se dificuldades na discriminação entre dados empíricos e modelos matemáticos, na interpretação de certos gráficos e resumos estatísticos e pouca capacidade de análise e síntese.

Já Ponte e Fonseca (2001) optam por um estudo de análise documental em que confrontam documentos curriculares de três países diferentes, Portugal, Inglaterra e Estados Unidos, relativamente ao ensino da Estatística. Esta comparação mostra que o currículo português valorizava conteúdos matemáticos, nomeadamente conceitos, cálculos e outros procedimentos, com uma ênfase computacional, enquanto o currículo inglês oficial e a organização americana NCTM encaravam a Estatística como um tema autónomo vocacionado para a realização de investigações sobre problemas atuais, numa lógica de assumir a Estatística como fundamental na formação para a cidadania.

Por último, destacamos o artigo de Gravemeijer e Bruin-Muurling (2019). Fundamentando-se na investigação sobre aprendizagem, mostram que uma ênfase unilateral em técnicas induz um baixo nível de proficiência. Porque o papel da Matemática na sociedade está a mudar, a importância de dominar as técnicas rotineiras diminui, enquanto a necessidade de compreender a Matemática aumenta. Com base nestes dois argumentos, defendem uma mudança na abordagem curricular aos temas matemáticos, de uma ênfase nas técnicas rotineiras para uma ênfase na compreensão. Esta tese resume, de algum modo, o sentido dos artigos que se debruçam, na Quadrante, sobre investigação em desenvolvimento curricular focada em conteúdos matemáticos que os alunos devem aprender.

Orientações metodológicas

Nesta secção consideram-se os artigos que investigam o desenvolvimento curricular focado em orientações metodológicas incidentes em aspetos diferenciados que se evidenciaram na análise: abordagens ao conhecimento que veiculam uma determinada visão ou relação dos alunos com a Matemática, tarefas promotoras da aprendizagem e dinâmica da aula.

Identificámos dezasseis artigos (Tabela 7) cuja grande maioria (75%) foi publicada na última década. Oito deles são de carácter teórico embora haja vários desta década, que, a título ilustrativo, mobilizam dados empíricos para esclarecer ou fundamentar ideias apresentadas.

Tabela 7. Orientações metodológicas– distribuição temporal dos artigos selecionados

Década	Número de artigos	%
1992-2001	2	12%
2002-2011	2	12%
2012-2021	12	75%
Total	16	100%

Um dos artigos, de Ponte e Serrazina (2004), tem uma natureza bastante diferente dos restantes, sendo o único de carácter teórico publicado entre 2002 e 2011. Constitui uma meta-análise de estudos sobre práticas profissionais dos professores de Matemática realizados em Portugal e pode ser encarado como o ‘estado da arte’ sobre o tema até 2004. No que se refere às práticas letivas, que aqui importa interpretar como currículo em ação, os autores chamam a atenção para que, embora havendo exceções, as tarefas usadas pelos professores são, na sua grande maioria, exercícios, que não há dados que permitam ter uma boa imagem sobre os padrões de comunicação nas aulas de Matemática e que um dos aspetos menos conhecidos do trabalho do professor são as práticas de gestão curricular. Poder-se-á conjecturar que estes resultados terão contribuído para o significativo investimento, que mais tarde veio a ser feito em Portugal, na realização de estudos sobre desenvolvimento curricular que envolvem a recolha de dados em aulas de diversos níveis de ensino, bem como a análise de intervenções didáticas, nomeadamente de experiências de ensino.

Observando os artigos focados em investigação sobre orientações metodológicas relativas a abordagens ao conhecimento matemático, constatamos que a maioria é de carácter empírico. Vários deles revelam a preocupação de proporcionar aos alunos uma determinada visão ou relação com a Matemática, proliferando propostas diversas. Concretamente, as potencialidades de incluir a história da Matemática no currículo e na atividade matemática da aula é investigada por Ferreira e Rich (2001), que apresentam formas de o fazer. O trabalho de projeto é usado para analisar as consequências de uma experiência de

reorganização curricular (Rebello & Gomes, 2012) e o ensino através da resolução de problemas é o foco do estudo de Allevato e Vieira (2016). A importância de o professor explorar as representações icônicas dos alunos, com os alunos, e de aproveitar estas representações para nelas ancorar a simbologia matemática convencional, é destacada por Canavarro e Pinto (2012), o que vai ao encontro de muita investigação feita no âmbito das representações do conhecimento matemático (por exemplo, Smith, 2003; Tripathi, 2008).

Ainda neste subdomínio, investigações sobre a relevância de integrar aplicações da Matemática e a modelação no currículo de Matemática sobressaem com uma expressão muito significativa na *Quadrante*. O primeiro artigo a ser publicado com esta incidência é de carácter teórico e surge logo na primeira edição da revista (Carreira, 1992), numa altura em que o tema não tinha grande ênfase nos currículos portugueses. Carreira, defendendo a relevância de os alunos desenvolverem a capacidade de usar a Matemática para uma melhor compreensão de problemas do mundo que os rodeia, centra-se na discussão de modos distintos de integrar aplicações da matemática e modelação nos currículos e apresenta os principais contornos de um projeto de intervenção visando investigar esta questão. Nos anos seguintes, este tema assume um protagonismo progressivamente crescente. Por exemplo, mais recentemente, analisam-se e discutem-se características de uma abordagem integrada ao ensino da modelação (Ikeda & Stephens, 2021) e, no âmbito da discussão sobre mais-valias associadas a uma abordagem experimental da Matemática, considera-se que as atividades de modelação são uma via poderosa para incluir esta abordagem na sala de aula e favorecer a aprendizagem (Almeida et al., 2021).

Passando aos estudos que abordam o desenvolvimento curricular em torno de tarefas, constatamos que, embora na *Quadrante* haja bastantes artigos que abordam a conceção/seleção de tarefas matemáticas no âmbito de investigações com focos diversificados, são raros aqueles cujo objeto de estudo incide sobre as tarefas propriamente ditas. Nos artigos identificados destacam-se as investigações em que as tarefas são problemas, incluindo-se aqui problemas abertos/investigações. Em particular, discutem-se as potencialidades da resolução de tarefas que exploram padrões para o desenvolvimento do raciocínio matemático, nomeadamente do raciocínio indutivo, apresentando-se, a título ilustrativo, uma análise de intervenções de alunos de um curso de formação de professores de educação básica (Pimentel & Vale, 2012). Além disso, analisa-se a questão da formulação de problemas verbais de Matemática, referindo características linguísticas a serem evitadas ou consideradas na escrita dos respetivos textos (Souza & Guimarães, 2015). O único artigo que se debruça, de uma forma mais detalhada, sobre o *design* de tarefas é o de Brady et al. (2015). Estes autores defendem, por um lado, a importância da escola proporcionar aos alunos experiências de resolução de problemas autênticos, tal como ocorrem no mundo real e, por outro lado, a relevância dessas experiências impulsionearem uma reflexão sobre ideias, representações e técnicas matemáticas centrais e consistentes com as normas e

convenções da disciplina. Propõem, assim, a incorporação do que denominam por Atividades Geradoras de Modelos (*Model-Eliciting Activities* — MEAs) em sequências curriculares flexíveis designadas por Sequências de Desenvolvimento de Modelos (*Model-Development Sequences* — MDS) e apresentam uma pesquisa de *design-research* apoiada em MEAs e MDS. Concluem que o uso destes constructos permite criar ambientes de aprendizagem que simulam autênticas situações de resolução de problemas do mundo real, ao mesmo tempo que oferecem amplas oportunidades para refletir, descompactar e formalizar conceitos importantes do currículo.

Analisando os artigos que investigam orientações metodológicas relativas à dinâmica da aula de Matemática, destacam-se, sobretudo, os que se focam no ensino exploratório. Um destes, de Ponte e Quaresma (2011) apresenta e analisa com detalhe várias etapas importantes de um processo de desenvolvimento curricular (planificação, concretização e avaliação de uma unidade de ensino) e, tal como o de Carvalho e Ponte (2013), teve por objetivo compreender as potencialidades do ensino exploratório para a aprendizagem de tópicos matemáticos específicos. Há, também, os que visam compreender a dinâmica do ensino exploratório na sala de aula, seja para entender as características centrais de abordagens deste tipo (Chapman, 2013), seja para teorizar sobre intenções e ações do professor (Oliveira et al., 2013), seja, ainda, para identificar problemas que podem emergir numa das fases de aulas de cunho exploratório: a discussão coletiva (Ponte et al., 2013).

Neste âmbito, destacamos dois artigos. Oliveira et al. (2013) propõem um quadro teórico de referência que identifica e relaciona as intenções e ações específicas do professor em cada uma das quatro fases em que se desenrola uma aula de ensino exploratório, evidenciando a importância de o professor considerar simultaneamente ações no domínio da promoção das aprendizagens e da gestão da aula. Chapman (2013), tendo por base a análise das abordagens de ensino exploratório adotadas por professores experientes, identifica perspetivas distintas sobre este tipo de ensino: abordagem por resolução de problemas; abordagem investigativa e abordagem dialógico-discursiva ou “pesquisa dialógica”. Este artigo permite evidenciar que as práticas de ensino exploratório podem assumir várias facetas que introduzem diferenças significativas, nomeadamente nas possibilidades de aprendizagem, pelo que é importante continuar a investir na sua compreensão em profundidade. Este investimento assume uma relevância acrescida quando se tem em conta que as características do ensino exploratório, com a sua ênfase, nomeadamente em tarefas de elevado nível cognitivo (Stein & Smith, 1998) e em discussões coletivas com determinadas características, proporcionam ambientes muito poderosos para uma aprendizagem da Matemática com compreensão, incluindo aqui não só o que comumente se designa por conteúdos matemáticos mas também o que Lampert (2001) denomina por “outro tipo de conteúdo” que vai ao encontro dos processos matemáticos referidos pelo NCTM (2007).

Recursos

Nesta secção consideram-se os artigos que investigam o desenvolvimento curricular focado em recursos que funcionam como ferramentas promotoras da aprendizagem da Matemática, tendo sido à priori considerados tanto os materiais manipuláveis como os recursos tecnológicos. No entanto, no decurso da análise concluiu-se que há apenas um artigo que incide especificamente em investigação sobre materiais manipuláveis, considerando-os um meio de apoiar a resolução de problemas e de tarefas de investigação (Mascarenhas et al., 2014), e que não chega a produzir conclusões sobre o papel deste tipo de materiais. Este facto poderá não ser independente de a utilização dos materiais manipuláveis ter uma expressão reduzida nas práticas letivas dos professores (Ponte & Serrazina, 2004). Assim, tendo em conta o carácter residual de artigos focados neste tipo de materiais e a existência de um elevado número de artigos cuja ênfase predominante está associada ao uso da tecnologia no ensino e aprendizagem da Matemática, optámos por, na Tabela 8, considerar apenas os artigos relativos a recursos tecnológicos. Nesta tabela pode observar-se a evolução do número de artigos ao longo das três décadas.

Tabela 8. Recursos tecnológicos – distribuição temporal dos artigos seleccionados

Década	Número de artigos	%
1992-2001	3	15%
2002-2011	4	20%
2012-2021	13	65%
Total	20	100%

A utilização da tecnologia como ferramenta para o desenvolvimento curricular constitui um foco de investigação que aumentou ao longo do tempo na Quadrante. Com efeito, é na última década que surge a maior parte (65%) dos artigos seleccionados. Considerando a totalidade dos artigos, evidencia-se que investigam os processos de ensino e aprendizagem e o desenvolvimento de competências dos alunos através da utilização de ferramentas tecnológicas que são cada vez mais robustas e diversificadas.

A importância dada aos *softwares* de geometria dinâmica na década de 90 do século passado transparece nos artigos que foram publicados nesta altura. Concretamente, analisa-se como é possível, a partir da utilização do programa educacional *Logo.Geometria*, levar os alunos a construir significados no domínio da Geometria Vetorial e Analítica, começando pela elaboração de conjeturas e evoluindo para a construção de demonstrações, ao mesmo tempo que dão significado gráfico à abordagem algébrica preconizada no currículo prescrito (Saraiva, 1992). Além disso, discutem-se as potencialidades da utilização de

softwares como o *Cabri-géomètre*, *Geometric Supposer*, *Logo.Geometria* ou *The Geometer's Shetchpad* (Junqueira, 1993) e estuda-se, numa turma do 9.º ano de escolaridade, a problemática da exploração e construção de figuras geométricas com recurso ao *Cabri-géomètre*. Esta exploração conduz a uma verificação dos três primeiros níveis de van Hiele (Visual, Descritivo/Analítico e Abstrato/Relacional), tendo a maior parte dos alunos atingido o nível intermédio (Junqueira, 1996).

Na segunda década em análise, o número de artigos referentes ao desenvolvimento curricular incidente no uso de recursos tecnológicos não sofre grande alteração, mas é convocada uma maior diversidade de ferramentas. A utilização da calculadora ganha uma grande expressão nas práticas dos professores, nomeadamente a gráfica, pela obrigatoriedade de utilização no ensino secundário, mas ao mesmo tempo salienta-se que a utilização do computador continua a ser incipiente (Ponte & Serrazina, 2004). Simultaneamente, chama-se a atenção para o facto de as populações escolares estarem cada vez mais próximas dos chamados “nativos digitais”, caracteriza-se esta nova geração de alunos, equaciona-se o papel das tecnologias, nomeadamente do computador, no contexto da educação matemática desta geração e defende-se que a exploração de manipulativos virtuais deve ter um lugar central, reforçando, assim, o conceito de mediação abordado por vários autores (Carreira, 2009). O papel dos robôs (Oliveira et al., 2007) e da calculadora gráfica (Almeida & Oliveira, 2009) merecem, também, um especial destaque do ponto de vista da aprendizagem. Qualquer uma destas ferramentas foi usada no estudo do tema Funções. No caso da calculadora, as principais conclusões do estudo apontam no sentido do desenvolvimento de diversos esquemas instrumentais que conduzem, por exemplo, a um melhor entendimento da Álgebra como um meio de representação. Oliveira et al. (2009) descrevem e analisam experiências realizadas pelos alunos tendo os robôs como elementos mediadores da aprendizagem e concluem que estas experiências proporcionaram uma compreensão mais profunda dos conceitos, ao mesmo tempo que contribuem para a melhoria do uso da linguagem matemática.

Entre 2012 e 2021, a diversidade de recursos tecnológicos amplia-se ainda mais do que na década anterior. Concretamente, os artigos analisados revelam a mobilização do *GeoGebra*, do *ThinkerPlots*, dos robôs, da folha de cálculo, dos *applets*, do *Math City Map* ou do vídeo e, ao mesmo tempo que a modelação matemática é enfatizada, faz-se, amiúde, referência à utilização das tecnologias como suporte ao processo de trabalhar este tema com os alunos. É o caso do *Math City Map* referido por Ludwig e Jablonski (2021) ou do uso do vídeo por Souza (2022). A utilização de *Applets* é também enfatizada pela relevância que assume o seu potencial semiótico e a abordagem didática (Martins, 2020).

Os robôs voltam a ser utilizados visando o desenvolvimento da literacia, pensamento e raciocínio estatístico, mobilizados através da resolução de problemas (Lopes & Fernandes, 2014) e o *TinkerPlots* é usado para estudar o desenvolvimento do raciocínio covariacional

através da construção de representações gráficas significativas onde os alunos suportam o respetivo raciocínio (Henriques & Antunes, 2014).

O *GeoGebra* desempenha um papel importante na dimensão relacionada com a geometria ao potenciar a compreensão das propriedades e relações entre quadriláteros baseadas nas representações e visualização (Pereira & Serrazina, 2015), na análise de práticas de regulação do ensino, ao estudar a área do paralelogramo (Santos & Santos, 2019) ou mesmo na visualização e a exploração dinâmica de representações dos conceitos probabilísticos (Ramírez-Montes & Henriques, 2019).

O recurso à folha de cálculo tem pouca expressão nos artigos publicados na revista, aparecendo de forma explícita em Nobre et al. (2015) que destacam o seu potencial na resolução de problemas ao dar sentido aos métodos formais algébricos tendo por base abordagens informais às situações colocadas nos problemas.

Nos artigos centrados na temática da modelação matemática, reconhece-se o papel da tecnologia enquanto ferramenta de desenvolvimento e análise de modelos, podendo tornar alguns modelos acessíveis para além daquilo que seriam as experiências realizadas com papel e lápis, impactando na natureza do desempenho matemático que permite ampliar os objetivos educacionais preconizados nos vários estudos referidos (Galbraith & Fisher, 2021; Almeida et al., 2021).

Em suma, constatamos um aumento evidente de artigos com referência aos recursos tecnológicos ao longo das três décadas em análise, acompanhado do aumento da variedade de ferramentas usadas. A terceira década apresenta artigos com uma maior diversidade de ferramentas, o que está alinhado com a evolução temporal e multiplicidade das mesmas. Constata-se, ainda, que a maioria dos artigos refere estes recursos como forma de promover a aprendizagem dos alunos, sendo residual o número de artigos que discute abordagens mais teóricas acerca das questões da génese instrumental (Trouche, 2003) ou mesmo da mediação semiótica que estas ferramentas podem desempenhar (Bussi & Mariotti, 2008).

Avaliação das aprendizagens dos alunos

São oito os artigos que reportam investigações sobre desenvolvimento curricular focadas na avaliação de aprendizagens dos alunos, sendo todos assinados por investigadores portugueses. A sua distribuição ao longo das três décadas em análise revela um maior número de publicações entre 1992 e 2001, com metade dos artigos selecionados, e apenas dois artigos em cada uma das décadas seguintes (Tabela 9).

Tabela 9. Avaliação – distribuição temporal dos artigos selecionados

Década	Número de artigos	%
1992-2001	4	50%
2002-2011	2	25%
2012-2021	2	25%
Total	8	100%

As três décadas correspondem a focos de atenção distintos. Na primeira, os quatro estudos selecionados (Carvalho, 1992; Mourão et al., 1993; Oliveira & Pereira, 1993; Vieira, 1992) revelam uma preocupação com a avaliação que designam de 'formativa', embora com distintas ênfases, e procuram apreciar os efeitos da aplicação de testes com características específicas na avaliação dos desempenhos dos alunos. No início dos anos 90, Carvalho (1992) e Vieira (1992) apresentam estudos em que exploram o uso do computador como uma ferramenta ao serviço da avaliação formativa no 7.º ano de escolaridade. A ideia central dos seus trabalhos residia na possibilidade de os alunos receberem retorno automático sobre a correção/incorreção das respostas que dão a testes de Matemática gerados por computador, tendo sido criado um protótipo para implementar esta ideia. Deste período destacamos, ainda, o artigo de Mourão et al. (1993), que se distingue também metodologicamente por ser um estudo que recorre a uma abordagem quantitativa quase experimental, no qual a alunos identificados como tendo dificuldades de aprendizagem em Matemática é aplicado um "programa de recuperação" especialmente desenhado, com a aposta no uso de múltiplas representações, recurso a materiais manipuláveis e interações verbais com os alunos.

Na segunda década, os dois artigos referem-se a estudos de âmbito mais global, correspondendo a análises transversais durante um período alargado de tempo. Santos (2003) analisa como a avaliação é considerada em diversos documentos curriculares durante um período de 25 anos em Portugal. Identifica diferentes conceitos de avaliação que acompanharam as tendências nesta área e aponta que a evolução ao nível do discurso sobre os princípios enunciados nem sempre revela coerência com as orientações para a ação. Apesar disso, conclui que a evolução das formas e dos instrumentos de avaliação é marcada pela diversidade. Ponte e Serrazina (2004), na sua análise transversal de resultados de estudos portugueses sobre práticas de professores que ensinam Matemática, destacam a prevalência de uma preocupação sumativa na avaliação, embora com evidências de uma maior atenção aos aspetos formativos.

Na terceira década, o foco dos artigos publicados procura a compreensão do papel do *feedback* no âmbito da avaliação dos alunos. Dias e Santos (2013) estudam as práticas avaliativas de dois professores de Matemática do ensino secundário, no âmbito do relatório

escrito em duas fases sobre uma tarefa matemática, intencionalmente concebidas para promover uma atitude autorreguladora do aluno face à sua aprendizagem matemática. Concluem que o *feedback* escrito que toma como ponto de partida o raciocínio do aluno é o que melhor o ajuda a autorregular-se, alertando para que a prática de proporcionar *feedback* não é isenta de dificuldades para o professor. Já Paiva (2020) dedica a sua atenção ao feedback oral entre alunos enquanto resolvem tarefas, em trabalho colaborativo, num ambiente de geometria dinâmica. Estuda dois casos de alunos que acompanhou ao longo dos 7.º e 8.º anos de escolaridade para concluir que o *feedback* oral tem potencialidades na coconstrução de significados e que evolui à medida que os alunos vão dominando o AGD.

Conclusão

Este artigo pretendeu passar em revista os 72 trabalhos publicados na *Quadrante*, nos últimos 30 anos, que se debruçaram sobre o tema *desenvolvimento curricular*. Sistematizamos de seguida as principais conclusões que decorrem da análise apresentada nas secções anteriores e concluímos com desafios suscitados por esta análise.

No que diz respeito ao processo de desenvolvimento curricular, a seleção de artigos procurou aqueles que se constituem como investigação sobre o processo dinâmico de constituição e transformação do currículo, os atores que intervêm nesse processo ou os contextos em que este se desenrola. Identificámos oito artigos e, do seu conjunto, emergem aspetos a reter. A investigação sobre o próprio processo de desenvolvimento curricular, reportado ao processo descrito por Gimeno (2000), foi escassa na *Quadrante*. De qualquer modo, revelou a importância de se apoiarem os professores nos processos de reformas curriculares, não só com materiais, mas também com formação. Destacou-se o papel do professor como protagonista curricular que beneficia de contextos colaborativos para resolver problemas resultantes de introduzir inovações curriculares na prática de ensino (Robbuti et al, 2016). E, apesar de a grande maioria dos artigos se reportar a contextos de reforma curricular da Matemática, tutelados pelo poder político, ilustrou-se que a inovação curricular tem uma dimensão informal que acontece nos contextos meso, das escolas, e micro, das aulas.

Quanto aos recursos para o desenvolvimento curricular, os artigos analisados remetem para livros de texto ou manuais escolares, destinados ao ensino da Matemática. Foram publicados cinco artigos, que se distribuem pelas duas últimas décadas. As análises realizadas variam entre uma abordagem mais centrada em tópicos matemáticos específicos e no seu impacto na aprendizagem ou uma análise mais global incidente sobre a existência do livro único em Portugal ou sobre recomendações do Movimento da Matemática Moderna.

Tendo em conta o papel relevante desempenhado pelos manuais escolares no desenvolvimento curricular, nomeadamente nas práticas dos professores (Pires, 2005), as publicações na *Quadrante* parecem ficar aquém da sua importância.

Relativamente às grandes perspetivas curriculares, analisámos artigos que apresentam macro visões norteadoras da conceção e construção de um currículo e, ainda, os que se focam nas repercussões destas visões nas práticas escolares. Identificámos onze artigos que, maioritariamente, foram publicados antes de 2012. A análise do seu conjunto revela que muitas das ideias defendidas em vários deles permanecem atuais. Entre estas está, por exemplo, o valor educativo da interdisciplinaridade e a importância de proporcionar a todos os alunos uma educação matemática de qualidade e em que se preste a devida atenção às questões da multiculturalidade e da justiça social. Estas questões continuam a ter um papel de relevo na investigação desenvolvida em diversos países, nomeadamente no âmbito de linhas de investigação centradas na Etnomatemática e na Educação Matemática Crítica (Lerman, 2020).

No que concerne às componentes do currículo, os 49 artigos selecionados representam a investigação que se foca em desenvolvimento curricular relativamente a conteúdos de aprendizagem, orientações metodológicas, recursos como ferramentas para a aprendizagem e avaliação das aprendizagens dos alunos. A larga maioria foi publicada entre 2012 e 2021. É plausível considerar que o avolumar de publicações nesta década esteja relacionado, por um lado, com o desenvolvimento, em Portugal, do próprio campo da investigação em educação matemática e, por outro, com a riqueza do contexto de desenvolvimento curricular que se viveu, neste país, desde 2005 e que, tendo colhido o interesse da comunidade de investigação, pode ter incentivado a produção de estudos que, posteriormente, deram origem a artigos.

No que diz respeito a conteúdos de aprendizagem, são sete os artigos selecionados, a maior parte publicada de 1992 a 2001. Os temas matemáticos aí em estudo são diversos, assim como a nacionalidade dos autores, parecendo este foco de investigação ser de interesse relativo para os portugueses. No seu conjunto, estas investigações alertam para a importância de a abordagem curricular aos temas matemáticos passar de uma ênfase nas técnicas rotineiras para uma ênfase na compreensão.

A seleção dos artigos associados a orientações metodológicas recolheu dezasseis artigos, com focos bastante diversificados, a maioria dos quais publicados de 2012 a 2021. Destes, destacam-se os que investigam uma abordagem à Matemática através das aplicações e da modelação, as tarefas de natureza problemática e o ensino exploratório. Quando se considera o cenário internacional, a investigação sobre qualquer um destes temas tem uma relevância significativa. Contudo, estudos sobre o ensino exploratório no âmbito da educação matemática são bastante mais recentes, quer em termos nacionais, quer internacionais, o que sugere a necessidade de ampliar o conhecimento existente tanto no

que diz respeito ao ensino, como à aprendizagem que os alunos podem realizar usufruindo deste tipo de dinâmica de aula com inúmeras potencialidades (NCTM, 2017).

Quanto aos recursos promotores da aprendizagem Matemática, foram publicados vinte artigos incidindo em tecnologia, tendo ganho maior expressão na última década. As abordagens curriculares aí assumidas acompanham a evolução que as ferramentas tecnológicas têm vindo a sofrer ao longo do período em análise (Sinclair & Robutti, 2020), verificando-se que na última década os artigos investigam uma maior diversidade de ferramentas tecnológicas. Ainda assim, constata-se que os artigos publicados raramente discutem abordagens mais teóricas como, por exemplo, as questões da génese instrumental (Trouche, 2003) ou a mediação semiótica (Bussi & Mariotti, 2008).

Relativamente à investigação que aborda o desenvolvimento curricular em torno da avaliação das aprendizagens dos alunos em Matemática, recolhemos oito artigos, sendo quatro publicados de 1992 a 2001. Observamos que as três décadas consideradas correspondem a focos de atenção distintos, iniciando-se com uma grande ênfase na avaliação formativa, entendida sobretudo como possibilidade de retorno sobre a correção de respostas a questões fechadas, e deslocando-se a ênfase para o *feedback*, escrito ou oral, como uma forma de autorregulação ou possibilidade de coconstrução do saber pelos alunos. Esta evolução acompanha as tendências da investigação em avaliação em educação matemática, nomeadamente ao considerar a avaliação como parte integrante do processo de ensino e aprendizagem (Santos & Cai, 2016).

Da análise realizada e da síntese destas conclusões, emergem questões que, eventualmente, se poderão constituir como desafios à publicação futura da *Quadrante*. Sublinhamos três destes desafios. Não há dúvidas de que existem temas com uma reduzida expressão na publicação de investigação sobre desenvolvimento curricular. Um deles é o processo de desenvolvimento curricular, o qual importa conhecer e estudar no quadro das novas configurações que se têm vindo a verificar nos contextos de decisão curricular, bem como ganhar convicção sobre quais as condições que favorecem a generalização das reformas curriculares em Matemática. Seria relevante uma maior presença de artigos com foco nos processos de reorganização curricular, incluindo a transformação do currículo prescrito e apresentado no currículo moldado e em ação, e que contemplem várias etapas importantes de um processo de desenvolvimento curricular (planificação, concretização e avaliação de intervenções didáticas/experiências de ensino) (Gimeno, 2000).

É, também, patente que a investigação sobre desenvolvimento curricular se foca nos ensinamentos básico e secundário dos ensinamentos regulares, não existindo nenhum artigo contextualizado na Educação Pré-escolar e sendo residuais os que se focam no Ensino Superior, o qual tem vindo a ser alvo de atenção progressiva precisamente em questões de desenvolvimento curricular, envolvendo tanto a inovação curricular como a inovação pedagógica (OCDE, 2022). Também não existem praticamente artigos sobre processos de

desenvolvimento do currículo especificamente direcionados para a Educação de Adultos, outro foco de interesse em Portugal e não só.

Por último, apesar de existir um número elevado de artigos que se podem considerar como investigações em desenvolvimento curricular centrado nas componentes do currículo, verificam-se algumas lacunas sobre aspetos essenciais que poderiam contribuir para dar maior relevância à investigação nesta área, nomeadamente em tempos de reformas curriculares. Será relevante uma maior atenção à publicação de investigações conclusivas sobre as diferentes componentes do currículo, nomeadamente sobre o uso potente de materiais manipuláveis e tecnológicos que permitem articular representações múltiplas, sobre formas eficazes de criar dinâmicas adequadas de sala de aula, e sobre o aprofundamento de como podem os professores concretizar o ensino exploratório nas suas aulas, pois as práticas deste tipo de ensino podem assumir contornos bastante diversificados.

Referências

- Abraham, J., & Bibby, N. (1997). Matemática e Sociedade: A Etnomatemática e o currículo da educação pública. *Quadrante*, 6(1), 59–82. <https://doi.org/10.48489/quadrante.22692>
- Abreu, S., & Fernandes, E. (2015). Aprender a ser crítico com a Matemática: Índice de massa corporal e promoções. *Quadrante*, 24(1), 59–80. <https://doi.org/10.48489/quadrante.22915>
- Allevato, N., & Vieira, G. (2016). Do ensino através da resolução de problemas abertos às investigações matemáticas: Possibilidades para a aprendizagem. *Quadrante*, 25(1), 113–132. <https://doi.org/10.48489/quadrante.22926>
- Almeida, A. C., & Oliveira, H. (2009). O processo de génese instrumental e a calculadora gráfica na aprendizagem de funções no 11.º ano. *Quadrante*, 18(1&2), 87–118. <https://doi.org/10.48489/quadrante.22839>
- Almeida, L., Pessoa da Silva, K., & Borssoi, A. (2021). Um estudo sobre o potencial da experimentação em atividades de modelagem matemática no ensino superior. *Quadrante*, 30(2), 123–146. <https://doi.org/10.48489/quadrante.23605>
- Almeida, M. (2008). Livros escolares de Matemática, no Estado Novo: Um olhar sobre o seu percurso. *Quadrante*, 17(1), 109–130. <https://doi.org/10.48489/quadrante.22822>
- Arruda, J., Flores, C., & Matos, J. M. (2014). A reforma curricular da Matemática Moderna no ensino primário: Um estudo entre escolas. *Quadrante*, 23(1), 29–42. <https://doi.org/10.48489/quadrante.22901>
- Artigue, M. (2011). Les questions de développement curriculaire à travers un exemple: L'enseignement de l'analyse en France au lycée depuis le debut du XXème siècle (Republicação). *Quadrante*, 20(2), 109–131. <https://doi.org/10.48489/quadrante.22864>
- Assude, T. (1996). Approche écologique et transposition didactique. Un exemple avec l'objet racine carrée. *Quadrante*, 5(1), 109–121. <https://doi.org/10.48489/quadrante.22678>
- Batanero, C., Sánchez, V., & Tauber, L. M. (2001). Significado e compreensão da distribuição normal em um curso introdutório de análise de dados. *Quadrante*, 10(1), 59–91. <https://doi.org/10.48489/quadrante.22730>
- Borges, R., Duarte, A., & Campos, T. M. (2014). Manuais pedagógicos do Brasil e de Portugal: Um estudo da Matemática Moderna nas séries iniciais. *Quadrante*, 23(1), 79–98. <https://doi.org/10.48489/quadrante.22898>
- Brady, C., Eames, C. L., & Lesh, D. (2015). Connecting real-world and in-school problem-solving experiences. *Quadrante*, 24(2), 5–38. <https://doi.org/10.48489/quadrante.22924>
- Bussi, M., & Mariotti, M. (2008). Semiotic mediation in the Mathematics classroom: Artifacts and signs after a Vygotskian perspective. In L. English (Ed.), *Handbook of international research in mathematics education* (pp. 750–787). LEA.

- Canavarro, A. P., Mestre, C., Gomes, D., Santos, E., Santos, L., Brunheira, L., Vicente, M., Gouveia, M. J., Correia, P., Marques, P., & Espadeiro, G. (2021). *Aprendizagens Essenciais de Matemática no Ensino Básico*. ME-DGE. <https://www.dge.mec.pt/noticias/aprendizagens-essenciais-de-matematica>.
- Canavarro, A. P., & Pinto, M. E. (2012). O raciocínio matemático aos seis anos: Características e funções das representações dos alunos. *Quadrante*, 21(2), 51–80. <https://doi.org/10.48489/quadrante.22880>
- Canavarro, A. P., & Ponte, J. P. (2005). O papel do professor no currículo de Matemática. In GTI (Ed.), *O professor e o desenvolvimento curricular* (pp. 63-89). Associação de Professores de Matemática.
- Carreira, S. (1992). Aplicações e modelação nos currículos de Matemática: Contornos do debate actual. *Quadrante*, 1(1), 73–91. <https://doi.org/10.48489/quadrante.22618>
- Carreira, S. (2009). Matemática e tecnologias – Ao encontro dos “nativos digitais” com os “manipulativos virtuais”. *Quadrante*, 18(1&2), 53–86. <https://doi.org/10.48489/quadrante.22840>
- Carvalho, M. P. (1992). Avaliação formativa por computador. *Quadrante*, 1(1), 139–147. <https://doi.org/10.48489/quadrante.22614>
- Carvalho, R., & Ponte, J. P. (2013). Prática profissional para a promoção do cálculo mental na sala de aula: Uma experiência no 6.º ano. *Quadrante*, 22(2), 83–108. <https://doi.org/10.48489/quadrante.22893>
- Chapman, O. (2013). High school mathematics teachers’ inquiry-oriented approaches to teaching algebra. *Quadrante*, 22(2), 5–28. <https://doi.org/10.48489/quadrante.22896>
- Chevallard, Y. (1985). *La transposition didactique du savoir savant au savoir enseigné*. Editions Pensée Sauvage.
- Costa, M. J. P. (1992). Contributos para a avaliação do processo de lançamento experimental dos novos programas. *Quadrante*, 1(1), 27–43. <https://doi.org/10.48489/quadrante.22620>
- D’Ambrosio, U. (1985). Ethnomathematics and its place in the history and pedagogy of mathematics. *For the Learning of Mathematics*, 5(1), 44–48.
- Dias, P., & Santos, L. (2013). Práticas avaliativas para a promoção da autorregulação da aprendizagem matemática: O feedback escrito em relatórios escritos em duas fases. *Quadrante*, 22(2), 109–136. <https://doi.org/10.48489/quadrante.22892>
- Diniz, P., & Barbosa, J. C. (2020). A recontextualização de materiais curriculares educativos por professores de Matemática moçambicanos. *Quadrante*, 29(1), 140–158. <https://doi.org/10.48489/quadrante.23004>
- Ferreira, R. A. T., & Rich, B. S. (2001). Integrating history of mathematics into the mathematics classroom. *Quadrante*, 10(2), 67–96. <https://doi.org/10.48489/quadrante.22735>
- Figueiredo, N. (2000). Realistic mathematics education - A different approach to learning and instruction. *Quadrante*, 9(1), 87–116. <https://doi.org/10.48489/quadrante.22725>
- Freitas, A., Januario, G., Santana, K., Traldi Júnior, A., & Bueno, S. (2012). Um estudo em educação matemática relacionado à educação de jovens e de adultos. *Quadrante*, 21(1), 29–54. <https://doi.org/10.48489/quadrante.22873>
- Galbraith, P., & Fisher, D. (2021). Tecnologia e modelação matemática: Enfrentando desafios, abrindo portas. *Quadrante*, 30(1), 198–218. <https://doi.org/10.48489/quadrante.23710>
- Gea, M. M., Batanero, C., Fernandes, J. A., & Gómez, E. (2014). La distribución de datos bidimensionales en los libros de textos de matemáticas de Bachillerato. *Quadrante*, 23(2), 147–172. <https://doi.org/10.48489/quadrante.22904>
- Gerdes, P. (1996). Etnomatemática e Educação Matemática: Uma panorâmica geral. *Quadrante*, 5(2), 105–138. <https://doi.org/10.48489/quadrante.22685>
- Gravemeijer, K. (2016). Design research como modo de inovação curricular. *Quadrante*, 25(2), 7–23. <https://doi.org/10.48489/quadrante.22935>
- Gimeno, J. S. (2000). O currículo: Os conteúdos do ensino ou uma análise prática? In J. Gimeno Sacristán & A. Pérez Gómez (Eds.), *Compreender e transformar o ensino* (pp. 119–148). Artmed.
- Gravemeijer, K., & Bruin-Muurling, G. (2019). Promovendo transições processo-objeto e uma compreensão mais profunda no domínio dos números e operações. *Quadrante*, 28(2), 6–31. <https://doi.org/10.48489/quadrante.23030>

- Henriques, A., & Antunes, P. (2014). A exploração da covariação estatística por alunos do 10.º ano com o TinkerPlots. *Quadrante*, 23(2), 95–122. <https://doi.org/10.48489/quadrante.22906>
- Higuera, L., Rodríguez Fernández, J. L., & Godino, J. D. (1995). La noción de función como objeto a enseñar y como objeto enseñado: Análisis de un proceso de transposición didáctica. *Quadrante*, 4(2), 91–116. <https://doi.org/10.48489/quadrante.22673>
- Ikeda, T., & Stephens, M. (2021). Identificação das principais características de uma abordagem integrada ao ensino da modelação. *Quadrante*, 30(1), 267–284. <https://doi.org/10.48489/quadrante.23595>
- Junqueira, M. (1993). Conjecturas e provas informais em geometria com recurso a ferramentas computacionais. *Quadrante*, 2(1), 63–78. <https://doi.org/10.48489/quadrante.22630>
- Junqueira, M. (1996). Exploração de construções geométricas em ambientes computacionais dinâmicos. *Quadrante*, 5(1), 61–108. <https://doi.org/10.48489/quadrante.22679>
- Kataoka, V. Y., Silva, C. B., & Cazorla, I. (2014). Passeios aleatórios da Carlinha: Uma sequência de ensino de probabilidade. *Quadrante*, 23(2), 23–46. <https://doi.org/10.48489/quadrante.22909>
- Lampert, M. (2001). *Teaching problems and the problems of teaching*. Yale University Press.
- Lerman, S. (Ed.). (2020). *Encyclopedia of mathematics education*. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-15789-0>
- Lopes, P. C., & Fernandes, E. (2014). Literacia, raciocínio e pensamento estatístico com robots. *Quadrante*, 23(2), 69–94. <https://doi.org/10.48489/quadrante.22907>
- Ludwig, M., & Jablonski, S. (2021). Passo a passo: Simplificando e matematizando o mundo real com o MathCityMap. *Quadrante*, 30(2), 242–268. <https://doi.org/10.48489/quadrante.23604>
- Martins, G., Gomes, C., Brocardo, J., Pedroso, J., Camilo, J., Silva, L., Encarnação, M., Horta, M. J., Calçada, M. T., Nery, R., & Rodrigues, S. (2017). *O perfil dos alunos à saída da escolaridade obrigatória*. Ministério da Educação/Direção Geral da Educação.
- Martins, S. (2020). Applets como artefactos de mediação semiótica na formação inicial de professores na Licenciatura em Educação Básica. *Quadrante*, 29(1), 74–96. <https://doi.org/10.48489/quadrante.23014>
- Mascarenhas, D., Maia, J., Sola Martinez, T., & Hinojo Lucena, F. (2014). A importância das tarefas de investigação, da resolução de problemas e dos materiais manipuláveis no ensino e aprendizagem de perímetro, área e volume no 5.º ano de escolaridade. *Quadrante*, 23(1), 3–28. <https://doi.org/10.48489/quadrante.22902>
- Mogarro, M. J., & Palma, H. (2011). A evolução curricular da Matemática em Portugal (1882-1974). *Quadrante*, 20(2), 81–107. <https://doi.org/10.48489/quadrante.22865>
- Mourão, A. P., Barros, A. M., Fernandes, J. S., Almeida, L. S., & Campelo, M. C. (1993). Construção, aplicação e avaliação de um programa de recuperação em Matemática: Estudo junto de alunos do 7º ano de escolaridade. *Quadrante*, 2(1), 89–112. <https://doi.org/10.48489/quadrante.22628>
- NCTM (2007). *Princípios e normas para a Matemática escolar*. APM. (documento original publicado em 2000).
- NCTM (2017). *Princípios para a ação: Assegurar a todos o sucesso em Matemática*. APM (documento original publicado em 2014).
- Nobre, S., Amado, N., & Ponte, J. P. (2015). A resolução de problemas com a folha de cálculo na aprendizagem de métodos formais algébricos. *Quadrante*, 24(2), 85–110. <https://doi.org/10.48489/quadrante.22921>
- OCDE (2022). *Education at a Glance 2022: OECD Indicators*. OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/3197152b-en>
- Oliveira, H., Menezes, L., & Canavarro, A. P. (2013). Conceptualizando o ensino exploratório da Matemática: Contributos da prática de uma professora do 3.º ciclo para a elaboração de um quadro de referência. *Quadrante*, 22(2), 29–54. <https://doi.org/10.48489/quadrante.22895>
- Oliveira, I., & Pereira, J. S. (1993). Avaliação diagnóstico: Desenvolvimento de um teste de desempenho em Matemática. *Quadrante*, 2(1), 113–126. <https://doi.org/10.48489/quadrante.22627>
- Oliveira, R., Fernandes, E., & Fermé, E. (2007). Proporcionalidade directa como função: Da perfeição à realidade a bordo de um robot. *Quadrante*, 16(1), 81–110. <https://doi.org/10.48489/quadrante.22811>

- Pacheco, J. A. (1996). *Currículo: Teoria e prática*. Porto Editora.
- Paiva, J. (2020). O papel do feedback oral na coconstrução de significados num ambiente de geometria dinâmica. *Quadrante*, 29(2), 132–153. <https://doi.org/10.48489/quadrante.22569>
- Pereira, M. G., & Serrazina, L. (2015). Propriedades e relações entre quadriláteros: Contributos do geoplano e do GeoGebra. Um estudo no 4.º ano de escolaridade. *Quadrante*, 24(1), 29–58. <https://doi.org/10.48489/quadrante.22921>
- Pimentel, T., & Vale, I. (2012). Os padrões e o raciocínio indutivo em matemática. *Quadrante*, 21(2), 29–50. <https://doi.org/10.48489/quadrante.22881>
- Pinto, N. (2008). A Matemática da escola primária brasileira: Tradição e modernização. *Quadrante*, 17(1), 27–46. <https://doi.org/10.48489/quadrante.22826>
- Pires, C., & Silva, M. A. (2011). Desenvolvimento curricular em Matemática no Brasil: Trajetórias e desafios. *Quadrante*, 20(2), 57–80. <https://doi.org/10.48489/quadrante.22866>
- Pires, M. (2005). *Os materiais curriculares na construção do conhecimento profissional do professor de matemática: Três estudos de caso*. (Tese de doutoramento, Universidade de Santiago de Compostela). Santiago de Compostela. <https://bibliotecadigital.ipb.pt/handle/10198/8385>
- Ponte, J. P., & Fonseca, H. (2001). Orientações curriculares para o ensino da Estatística. Análise comparativa de três países. *Quadrante*, 10(1), 93–132. <https://doi.org/10.48489/quadrante.22729>
- Ponte, J. P., Mata-Pereira, J., & Quaresma, M. (2013). Ações do professor na condução de discussões matemáticas. *Quadrante*, 22(2), 55–82. <https://doi.org/10.48489/quadrante.22894>
- Ponte, J. P., & Quaresma, M. (2011). Abordagem exploratória com representações múltiplas na aprendizagem dos números racionais: Um estudo de desenvolvimento curricular. *Quadrante*, 20(1), 55–81. <https://doi.org/10.48489/quadrante.22859>
- Ponte, J. P., Salvado, C., Fraga, A., Santos, T., & Mosquito, E. (2007). Equações do 2.º grau do fim do século XIX ao início do século XXI: Uma análise de sete manuais escolares. *Quadrante*, 16(1), 111–146. <https://doi.org/10.48489/quadrante.22809>
- Ponte, J. P., & Serrazina, L. (2004). Práticas profissionais dos professores de Matemática. *Quadrante*, 13(2), 51–74. <https://doi.org/10.48489/quadrante.22780>
- Ramírez-Montes, G., & Henriques, A. (2019). A aprendizagem de conceitos probabilísticos: Uma experiência de ensino com recurso ao GeoGebra com alunos do 10.º ano da Costa Rica. *Quadrante*, 28(1), 54–78. <https://doi.org/10.48489/quadrante.23014>
- Rebelo, P. C., & Gomes, A. (2012). Reorganização curricular da Geometria: Uma experiência no 6.º ano de escolaridade. *Quadrante*, 21(1), 3–28. <https://doi.org/10.48489/quadrante.22874>
- Reys, B., & Reys, R. (2011). Curriculum as a vehicle for reform in U.S. mathematics education. *Quadrante*, 20(1), 101–121. <https://doi.org/10.48489/quadrante.22857>
- Ribeiro, A. (1993). *Desenvolvimento curricular*. Texto Editora.
- Robutti, O., Cusi, A., Clark-Wilson, A., Jaworski, B., Chapman, O., Esteley, C., Goos, M., Isoda, M., & Joubert, M. (2016). ICME international survey on teachers working and learning through collaboration. *ZDM*, 48(5), 651–690. <https://doi.org/10.1007/s11858-016-0797-5>
- Romero, L. (1997). Finalidades de Educação Matemática. *Quadrante*, 6(1), 1–28. <https://doi.org/10.48489/quadrante.22695>
- Sá-Chaves, I. (2004). Desafios da complexidade: Novas tendências de reconceptualização curricular. *Quadrante*, 13(2), 75–86. <https://doi.org/10.48489/quadrante.22779>
- Santos, E., & Santos, L. (2019). O papel do GeoGebra nas práticas de regulação do ensino da área do paralelogramo. *Quadrante*, 28(1), 6–26. <https://doi.org/10.48489/quadrante.22977>
- Santos, L. (2003). A avaliação em documentos orientadores para o ensino da Matemática: Uma análise sucinta. *Quadrante*, 12(1), 7–20. <https://doi.org/10.48489/quadrante.22761>
- Santos, L., & Cai, J. (2016). Curriculum and assessment. In A. Gutiérrez, G. Leder, & P. Boero (Eds.), *The Second Handbook in the Psychology of Mathematics Education* (pp. 153–185). Sense Publishers.
- Santos, L., & Ponte, J. P. (2002). A prática lectiva como actividade de resolução de problemas: Um estudo com três professoras do ensino secundário. *Quadrante*, 11(2), 29–54. <https://doi.org/10.48489/quadrante.22753>

- Saraiva, M. (1992). O computador na aprendizagem da Geometria - Uma experiência com alunos do 10º ano de escolaridade. *Quadrante*, 1(1), 123-138. <https://doi.org/10.48489/quadrante.22615>
- Silva, A., Canavarro, A. P., & Guimarães, H. M. (1993). Inovação no ensino da Matemática. *Quadrante*, 2(1), 139-152. <https://doi.org/10.48489/quadrante.22625>
- Silva, M. C., & Valente, W. (2008). A Matemática Moderna em Portugal: O que dizem os cadernos escolares dos alunos?. *Quadrante*, 17(1), 78-92. <https://doi.org/10.48489/quadrante.22824>
- Sinclair, N., & Robutti, O. (2020). Teaching practices in digital environments. In S. Lerman (Ed.), *Encyclopedia of Mathematics Education*, (pp. 845-848). Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-15789-0>
- Skovsmose, O., & Valero, P. (2002). Quebrando a neutralidade política: O compromisso crítico entre a educação e a democracia. *Quadrante*, 11(1), 7-28. <https://doi.org/10.48489/quadrante.22748>
- Smith, S. (2003). Representation in school mathematics: Children's representations of problems. In J. Kilpatrick, W. G. Martin, & D. Schifter (Eds.), *A research companion to principles and standards for school mathematics* (pp. 263-274). NCTM.
- Souza, M. (2022). Quando o "bem simples" é significar a multiplicação de matrizes: Um vídeo produzido por estudantes. *Quadrante*, 31(1), 113-134. <https://doi.org/10.48489/quadrante.25740>
- Souza, M. A., & Guimarães, H. M. (2015). A formulação de problemas verbais de matemática: Porquê e como. *Quadrante*, 24(2), 135-162. <https://doi.org/10.48489/quadrante.22919>
- Stein, M. K., & Smith, M. S. (1998). Mathematical tasks as a framework for reflection. *Mathematics Teaching in the Middle School*, 3(4), 268-275.
- Tripathi, P. (2008). Developing mathematical understanding through multiple representations. *Mathematics Teaching in the Middle School*, 13(8), 438-445.
- Trouche, L. (2003). From artifact to instrument: Mathematics teaching mediated by symbolic calculators. *Interacting with Computers*, 15(6), 783-800. <https://doi.org/10.1016/j.intcom.2003.09.004>
- Vieira, J. C. (1992). Avaliação formativa - Uma experiência. *Quadrante*, 1(1), 149-161. <https://doi.org/10.48489/quadrante.22613>
- Zevenberger, R. (2002). Citizenship and numeracy: Implications for youth, employment and life beyond the school yard. *Quadrante*, 11(1), 29-39. <https://doi.org/10.48489/quadrante.22747>